Esgotamento sanitário

Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – NUCASE

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (líder) | Universidade Federal do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade Estadual de Campinas

Financiamento Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia | Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde | Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

Apoio organizacional Programa de Modernização do Setor Saneamento–PMSS

Patrocínio FEAM/Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Esgotamento sanitário

Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos

Guia do profissional em treinamento

Nível 1

E74 Esgotamento sanitário : operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos : guia do profissional em treinamento : nível 1 / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte : ReCESA, 2008.
74 p.

Nota: Realização do NUCASE – Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental e coordenação de Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Emília Wanda Rutkowski, Isaac Volschan Junior e Sérvio Túlio Alves Cassini.

1. Esgotos domésticos – tratamento. 2. Saneamento urbano – planejamento e gestão . 3. Tecnologia sanitária – esgotos. I. Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. II. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental.

CDD – 628.1

Catalogação da Fonte : Ricardo Miranda – CRB/6-1598

Profissionais que participaram da elaboração deste guia

Professor Carlos Augusto de Lemos Chernicharo
Consultores Fernando Silva de Paula (conteudista) | Lívia Cristina da Silva Lobato (conteudista) | Izabel Chiodi Freitas (validadora)

Créditos

Consultoria Pedagógica
Cátedra da Unesco de Educação à Distância – FAE/UFMG
Juliane Correa | Sara Shirley Belo Lança

Projeto Gráfico e Diagramação
Marco Severo | Rachel Barreto | Romero Ronconi

Impressão
Artes Gráficas Formato

Apresentação da ReCESA

A criação do Ministério das Cidades no Governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2003, permitiu que os imensos desafios urbanos passassem a ser encarados como política de Estado. Nesse contexto, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) inaugurou um paradigma que inscreve o saneamento como política pública, com dimensão urbana e ambiental, promotora de desenvolvimento e de redução das desigualdades sociais.

Trata-se de uma concepção de saneamento em que a técnica e a tecnologia são colocadas a favor da prestação de um serviço público e essencial.

A missão da SNSA ganhou maior relevância e efetividade com a agenda do saneamento para o quadriênio 2007-2010, haja vista a decisão do Governo Federal de destinar, dos recursos reservados ao Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, 40 bilhões de reais para investimentos em saneamento.

Nesse novo cenário, a SNSA conduz ações em capacitação como um dos instrumentos estratégicos para a modificação de paradigmas, o alcance de melhorias de desempenho e da qualidade na prestação dos serviços e a integração de políticas setoriais. O projeto de estruturação da Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA constitui importante iniciativa nessa direção.

A ReCESA tem o propósito de reunir um conjunto de instituições e entidades com o objetivo de coordenar o desenvolvimento de propostas pedagógicas e de material didático, bem como promover ações de intercâmbio e de extensão tecnológica que levem em consideração as peculiaridades regionais e as diferentes políticas, técnicas e tecnologias, visando capacitar profissionais para a operação, manutenção e gestão dos sistemas de saneamento. Para a estruturação da ReCESA foram formados núcleos regionais e um comitê gestor, em nível nacional.

Por fim, cabe destacar que o projeto ReCESA tem sido bastante desafiador para todos nós, que constituímos um grupo, predominantemente formado por profissionais da engenharia, que compreendeu a necessidade de agregar outros olhares e saberes, ainda que para isso tenha sido necessário "contornar todos os meandros do rio, antes de chegar ao seu curso principal".

Comitê gestor da ReCESA

Nucase

O **Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase** tem por objetivo o desenvolvimento de atividades de capacitação de profissionais da área de saneamento, nos quatro estados da região sudeste do Brasil.

O Nucase é coordenado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, tendo como instituições co-executoras a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, a Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e a Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Atendendo aos requisitos de abrangência temática e de capilaridade regional, as universidades que integram o Nucase têm como parceiros, em seus estados, prestadores de serviços de saneamento e entidades específicas do setor.

Coordenadores institucionais do Nucase

Os guias

A coletânea de materiais didáticos produzidos pelo Nucase é composta de 42 guias que serão utilizados em oficinas de capacitação para profissionais que atuam na área do saneamento. São seis guias que versam sobre o manejo de águas pluviais urbanas, doze relacionados aos sistemas de abastecimento de água, doze sobre sistemas de esgotamento sanitário, nove que contemplam os resíduos sólidos urbanos e três terão por objeto temas que perpassam todas as dimensões do saneamento, denominados temas transversais.

Dentre as diversas metas estabelecidas pelo Nucase, merece destaque a produção dos Guias dos profissionais em treinamento, que servirão de apoio às oficinas de capacitação de operadores em saneamento que possuem grau de escolaridade variando do semi-alfabetizado ao terceiro grau. Os guias têm uma identidade visual e uma abordagem pedagógica que visa estabelecer um diálogo e a troca de conhecimentos entre os profissionais em treinamento e os instrutores. Para isso, foram tomados cuidados especiais com a forma de abordagem dos conteúdos, tipos de linguagem e recursos de interatividade.

Equipe da central de produção de material didático – CPMD

Apresentação da área temática:

Esgotamento sanitário

A série de guias relacionada ao esgotamento sanitário resultou do trabalho coletivo que envolveu a participação de dezenas de profissionais. Os temas que compõem esta série foram definidos por meio de uma consulta a companhias de saneamento, prefeituras, serviços autônomos de água e esgoto, instituições de ensino e pesquisa e profissionais da área, com o objetivo de se definir os temas que a comunidade técnica e científica da região Sudeste considera, no momento, os mais relevantes para o desenvolvimento do projeto Nucase.

Os temas abordados nesta série dedicada ao esgotamento sanitário incluem: *Qualidade da água e controle da poluição; Operação e manutenção de redes coletoras de esgotos; Operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos; Processos de tratamento de esgotos; Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos; Amostragem, preservação e caracterização físico-química e microbiológica de esgotos; Gerenciamento, tratamento* e *disposição final de lodos gerados em ETE*. Certamente há muitos outros temas importantes a serem abordados, mas considera-se que este é um primeiro e importante passo para que se tenha material didático, produzido no Brasil, destinado a profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber treinamento e atualização profissional.

Coordenadores da área temática de esgotamento sanitário

Sumário

Introdução

Olá, Profissional!

Nestes próximos dois dias discutiremos a operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos. Serão abordados temas como saneamento, meio ambiente e saúde pública. Você verá que todos eles estão relacionados com o seu trabalho.

Você sabia que no Brasil mais da metade da população urbana não é atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgotos? Em relação ao tratamento de esgotos, a situação da população brasileira é ainda mais grave, cerca de oito a cada dez pessoas não têm o esgoto tratado. Somado a isso, salta aos olhos a severa poluição das águas dos nossos rios, como também, as precárias condições de vida que a maior parte da população do país está sujeita.

Mas qual é afinal a relação existente entre os sistemas de esgotamento sanitário e a qualidade de vida das pessoas? Você já parou para pensar quais seriam os motivos que levam à necessidade do tratamento dos esgotos?

A falta de sistemas de tratamento de esgotos é a principal causa da poluição dos nossos cursos d'água e também é responsável por várias doenças que acometem os brasileiros.

No Brasil, a busca pela alteração desse grave quadro sanitário tem destacado a importância da utilização de sistemas simplificados de tratamento de esgotos, cujos objetivos somente são alcançados com a adequada operação e manutenção dos mesmos.

Esta oficina de capacitação busca estimular a troca de experiências e destacar a importância do seu trabalho e das ações de saneamento na preservação do meio ambiente e na melhoria da qualidade de vida da população. O principal objetivo dessa oficina de capacitação consiste em proporcionar a você e a seus colegas a compreensão do papel sanitário e ambiental de uma estação de tratamento de esgotos, além de aprimorar os seus conhecimentos sobre os sistemas simplificados de tratamento de esgotos e discutir seus aspectos operacionais.

Você é um profissional que, certamente, já passou por muitas experiências importantes em sua casa e no seu trabalho. Apostamos que tem muito a ensinar, aprender e trocar conosco e com os seus colegas. Para orientar as nossas discussões, elaboramos este guia, organizado em três conceitos-chave:

- Geração e caracterização de esgotos.
- Tratamento de esgotos domésticos.
- Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos.

A função deste material é guiá-lo durante a oficina de capacitação. Para tal, apresentamos os objetivos, as orientações para as atividades propostas e os assuntos abordados para cada conceito-chave.

A sua participação nas atividades é de extrema importância para o desenvolvimento de uma oficina proveitosa e agradável. Não deixe de expor suas dúvidas e comentários.

Nós demos apenas o chute inicial: quem vai fazer o gol é você!

Bons estudos!

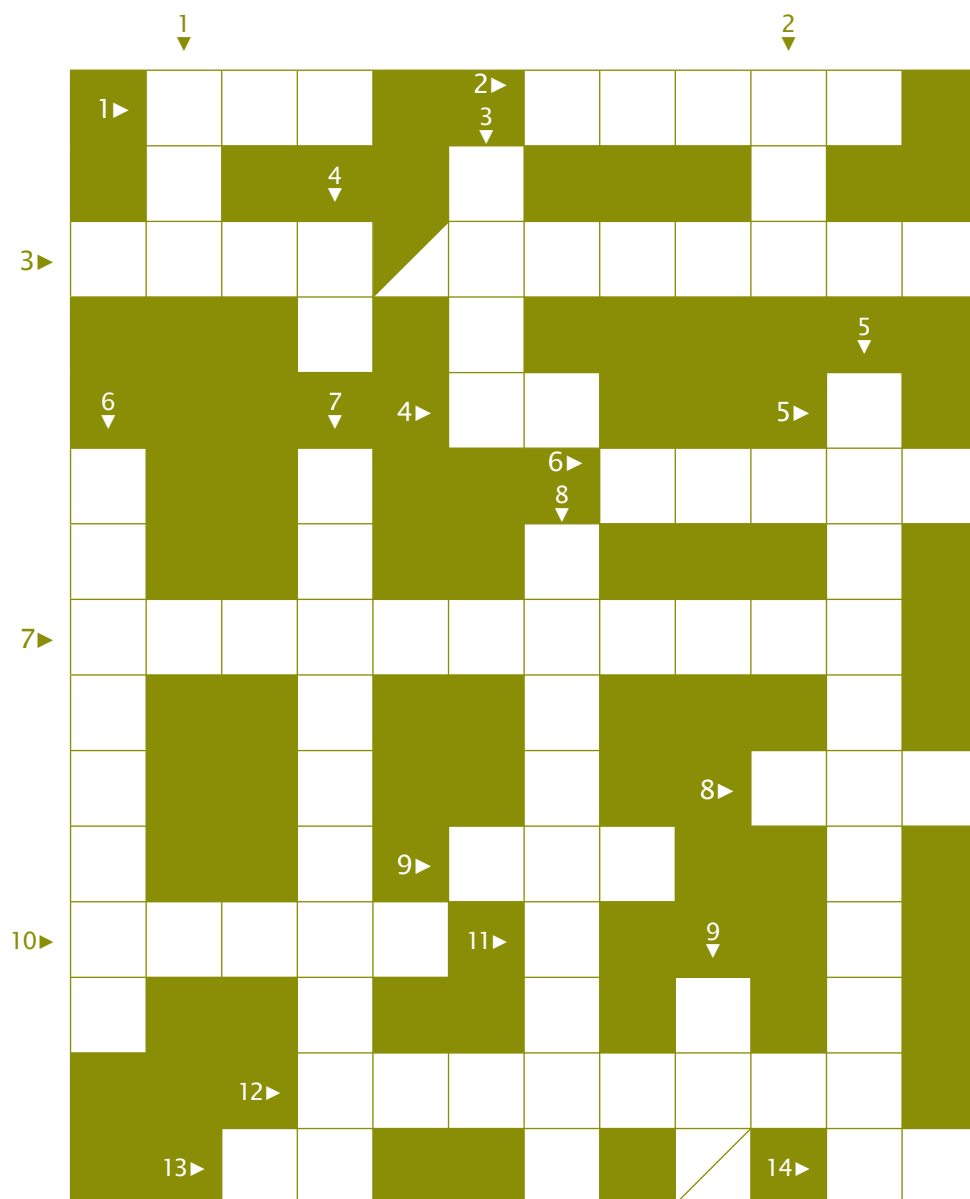
Antes de começarmos o nosso primeiro conceito-chave, vamos realizar as atividades propostas a seguir, demonstrando seus conhecimentos sobre o tema.

Atividade individual
Palavra Cruzada

Horizontais:

1. Equipamentos extremamente necessários para a proteção do operador.
2. A vacinação do operador é uma importante ação visando à proteção da sua........?..........
3. Quando recebe indevidamente as águas de chuva, observa-se, durante o período chuvoso, o extravasamento de esgoto pelas suas partes (poços de visita) e o aumento repentino da vazão de esgoto que conduz à estação, prejudicando ou mesmo impedindo o tratamento.
4. Oxigênio Dissolvido.
5. Fósforo.
6. O lançamento de esgoto sem tratamento é a principal causa da poluição das........?..........
7. Para que os esgotos sejam tratados, é necessário o seu........?..........
8. As estações de tratamento de esgotos e as redes de coleta são partes integrantes desse sistema.
9. Estação Elevatória de Esgotos.
10. É removida no tratamento preliminar, por sedimentação, visando à proteção das tubulações e dos equipamentos da estação.
11. Nitrogênio.
12. As unidades de tratamento biológico são as principais responsáveis pela remoção do material........?..........
13. Sólidos Suspensos.
14. Sólidos Totais.

Verticais:

1. Estação de Tratamento de Esgotos.
2. Principal parâmetro utilizado para expressar a quantidade de matéria orgânica presente nos esgotos.
3. Principal subproduto da estação de tratamento de esgotos.
4. Esgoto Bruto.
5. O contato com os esgotos pode causar doenças no homem caso esses microrganismos estejam presentes.
6. Extremamente importante para que os objetivos da estação de tratamento de esgotos sejam alcançados.
7. As grades, integrantes do tratamento preliminar, são responsáveis pela remoção dos sólidos........?..........
8. O corpo d'água que recebe os esgotos tratados em uma estação operada de forma inadequada está sujeito a um maior impacto........?..........
9. Não deve ser lançado na rede de coleta e transporte de esgotos por causar entupimentos e dificultar o tratamento dos esgotos, prejudicando a operação e o funcionamento das grades do tratamento preliminar.

Vamos, agora, discutir algumas questões relacionadas ao seu trabalho!

Reflita e se manifeste...

Por que o esgoto deve ser tratado? Qual é a importância do seu trabalho para a preservação dos cursos d'água? E para a saúde das pessoas?

OBJETIVOS:

- Discutir o consumo de água e a geração de esgotos.

- Discutir as impurezas encontradas nos esgotos e os impactos sobre o meio ambiente e riscos à saúde das pessoas.

- Apresentar e discutir os principais parâmetros de caracterização de esgotos.

Geração e caracterização de esgotos

No seu cotidiano, você sabe quantas vezes você toma banho, escova os dentes etc. Você sabe quanta água consome diariamente em suas atividades? E quanto esgoto você gera? Imagine a quantidade de água que deve ser consumida e, conseqüentemente, a quantidade de esgoto gerado na sua cidade!

Neste nosso primeiro conceito-chave, vamos discutir o consumo da água, a geração e caracterização de esgotos.

Consumo de água e geração de esgotos domésticos

Você usa a água para beber, lavar, refrescar-se, cozinhar, regar plantas, entre diversas outras finalidades. A maior parte desses usos tem como conseqüência a incorporação de impurezas à água, gerando os esgotos domésticos. Com o objetivo de discutir a quantidade de esgoto que geramos, vamos realizar a atividade proposta a seguir.

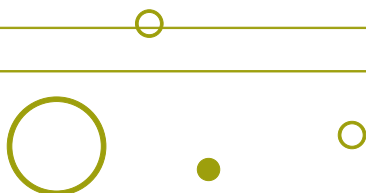
Reflita e se manifeste...

Qual a quantidade total de água utilizada na sua residência em um dia? Quais são os horários em que, usualmente, o consumo de água na sua casa é maior? O seu consumo de água é maior no verão ou no inverno? Você consome mais água nos dias úteis ou no domingo?

Você já sabe o quanto você e seus colegas consomem de água e geram de esgoto por dia. Será que apenas estes esgotos gerados nas residências adentram a estação de tratamento de esgotos (ETE)?

Vazão de esgotos sanitários

A vazão de esgoto sanitário que chega a ETE é composta pela soma de três parcelas: a vazão doméstica, a vazão de infiltração e a vazão industrial.

A vazão doméstica (Q_d) de esgotos em uma localidade, geralmente, é constituída pelos esgotos gerados nas residências, no comércio e nas escolas.

A vazão doméstica varia ao longo das horas do dia, dos dias da semana e dos meses do ano, em decorrência das flutuações no consumo de água.

A vazão de infiltração (Q_{inf}) constitui a água que adentra na rede coletora através de tubos defeituosos, juntas, conexões e poços de visita.

A vazão industrial (Q_{ind}) depende do tipo e porte da indústria, grau de reciclagem da água, existência de pré-tratamento etc.

Agora que já discutimos sobre as parcelas que contribuem para a vazão de esgotos **afluente** a ETE, vamos tratar da caracterização dos esgotos domésticos.

Você sabe quais são os poluentes presentes no esgoto doméstico? Essa informação é importante para sabermos o potencial do esgoto como poluidor e contaminador das águas. Além disso, as características do esgoto determinam alguns aspectos operacionais das unidades destinadas ao seu tratamento, tais como, as freqüências de limpeza das unidades, a quantidade de lodo gerado, entre outros fatores de importância na operação da ETE.

Caracterização dos esgotos domésticos

Para iniciar esse assunto, vamos realizar a atividade a seguir.

Atividade em grupo...

Você e seus colegas devem discutir as seguintes questões e apresentá-las para todos os participantes.

Que impurezas vocês esperam encontrar na água utilizada no tanque, na máquina de lavar roupa, na pia de cozinha, no vaso sanitário, na pia do banheiro e no chuveiro? Quais dessas impurezas causam problemas na operação e manutenção de estações de tratamento de esgotos?

....

....

....

....

....

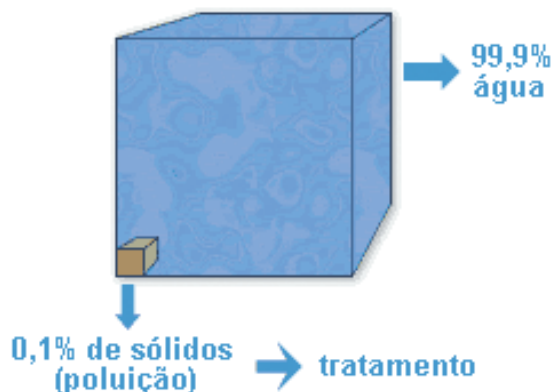
Vimos que em decorrência do seu uso, diferentes impurezas são incorporadas à água. Representar cada uma delas para caracterizar os esgotos seria extremamente trabalhoso ou até mesmo impossível. Como, então, é feita a caracterização do esgoto? Afinal, quais são os principais parâmetros utilizados para essa finalidade?

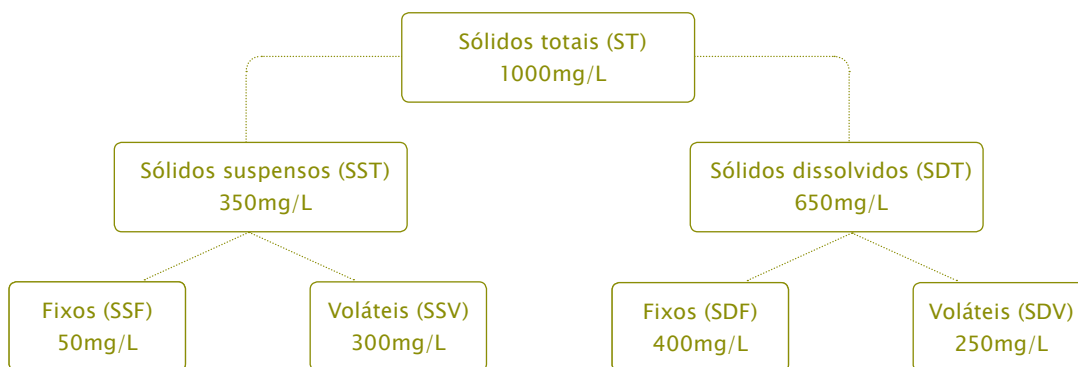
Reflita e se manifeste...

Você conhece algum parâmetro de caracterização dos esgotos? Quais os impactos sobre o meio ambiente e quais riscos à saúde estão associados a esses parâmetros? Quais parâmetros são removidos na estação de tratamento em que você trabalha?

Vamos, agora, conhecer um pouco mais sobre a caracterização dos esgotos domésticos!

Parâmetros de caracterização dos esgotos domésticos

A qualidade dos esgotos pode ser medida por diversos parâmetros que representam suas características, a maior parte delas está associada à presença de sólidos no esgoto. Os esgotos domésticos contêm 99,9% de água e 0,1% de sólidos. Para remover essa pequena fração, referente aos sólidos, é que os esgotos devem ser tratados.

Apresentamos a seguir uma distribuição típica dos sólidos constituintes dos esgotos domésticos.

Distribuição típica dos sólidos constituintes do esgoto bruto

Fonte: adaptado de von Sperling, 2005

Os principais parâmetros de qualidade relacionados aos sólidos presentes nos esgotos são utilizados para quantificar:

- Matéria orgânica.
- Nutrientes.
- Organismos patogênicos.

Matéria orgânica

A matéria orgânica presente nos esgotos é o principal problema de poluição dos corpos d'água, por ser o alimento dos microrganismos que utilizam oxigênio dissolvido (OD) para degradá-la,

reduzindo a concentração de OD na água. Num corpo d'água receptor, o restabelecimento da concentração de OD está relacionado à capacidade de **autodepuração** das águas.

A quantificação da matéria orgânica é usualmente realizada de forma indireta, através das análises laboratoriais da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO).

A DBO e a DQO são utilizadas na ETE, no monitoramento e na avaliação do desempenho das unidades, bem como na verificação de atendimento do efluente final da estação aos padrões ambientais de lançamento.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
A DBO consiste na determinação da quantidade de oxigênio consumido durante cinco dias pelos microrganismos aeróbios para a degradação da matéria orgânica.

Faixa típica de valores no esgoto bruto
DBO = 250 - 400 mg/L

Demanda Química de Oxigênio (DQO)
A DQO consiste na medição da quantidade de oxigênio consumido para a oxidação química da matéria orgânica. O teste da DQO dura poucas horas, favorecendo a sua utilização no controle operacional de estações de tratamento.

Faixa típica de valores no esgoto bruto
DQO = 450 - 800 mg/L

Nutrientes

Os principais nutrientes de interesse para a engenharia sanitária na caracterização de esgotos domésticos são o nitrogênio (N) e o fósforo (P).

Nitrogênio e Fósforo (N e P)
São nutrientes essenciais para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico e também para o crescimento de algas e outras plantas aquáticas, podendo provocar a **eutrofização** de lagos e represas. Estão presentes nos esgotos domésticos, fezes de animais e fertilizantes utilizados na agricultura.

Faixa típica de valores no esgoto bruto
N = 35 - 60 mg/L e P = 4 - 15 mg/L

A **eutrofização** é o crescimento exagerado de algas e plantas aquáticas, causado por excesso de nutrientes (N e P), sendo mais comum em locais onde há águas paradas, como lagos, lagoas e represas.

Organismos patogênicos

Diversos organismos patogênicos, ou seja, organismos capazes de causar doenças nos homens, podem ser encontrados nos esgotos, sendo que os principais grupos são: as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos.

A possível presença desses organismos patogênicos ressalta a importância de ações de segurança que visem à proteção dos trabalhadores da ETE, tais como, utilizar equipamentos de proteção individual (EPI), realizar a vacinação dos trabalhadores, lavar e esterilizar as mãos e as ferramentas utilizadas após atividades operacionais, enfim, seguir sempre os procedimentos de segurança.

Os principais parâmetros empregados para a avaliação do potencial do esgoto como contaminador das águas são os coliformes termotolerantes e os ovos de helmintos.

Coliformes termotolerantes (C_{ter})
Grupo de bactérias que vivem, em sua maioria, no intestino de homens e animais, existindo também no meio ambiente. A sua presença indica provável contaminação por fezes e possibilidade de presença de microrganismos patogênicos, que são organismos não visíveis a olho nu, capazes de provocar doenças nos homens.

Fonte: webcason/mg

Faixa típica de valores no esgoto bruto
$\mathbf{C_{ter} = 10^6 - 10^9}$ **org/100mL**

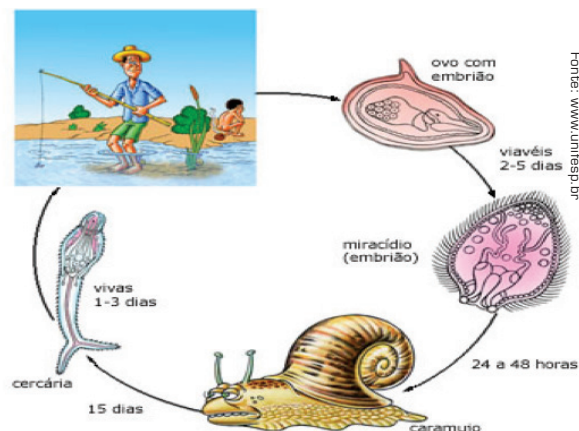
Ovos de helmintos

Os ovos de helmintos são removidos nas estações de tratamento de esgotos por mecanismos de sedimentação, portanto, tendem a se acumular junto ao lodo biológico. Desta maneira, na operação do sistema de tratamento, nas atividades de descarte, secagem e disposição final do lodo de excesso, deve-se evitar o contato direto do operador com o material, ou seja, utilizar sempre os EPI, para a proteção da saúde dos trabalhadores.

Faixa típica de valores no esgoto bruto
Helmintos (ovos) = 0 a 1.000 org/100mL

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a esquistossomose, tipo de helmintose popularmente conhecida pelos brasileiros como "barriga d'água", "xistose" ou "mal do caramujo", representa um grave problema de saúde pública em diversos países, onde milhões de pessoas são acometidas pela doença.

Este é o ciclo da esquistossomose:

- Vermes adultos vivem na parede intestinal.
- Homem infectado elimina ovos nas fezes.
- Ovos eclodem na água, liberando miracídios.
- Miracídio encontra o caramujo e nele formam as cercárias (cada miracídio pode produzir até 100 mil cercárias).
- Caramujo libera as cercárias na água (cerca de 4 500 por dia).
- Homem entra na água e as cercárias penetram em sua pele levando à formação do Schistosoma.

Nesse conceito-chave, discutimos as características do esgoto doméstico, aspectos de geração e o seu potencial como poluidor e contaminador das águas. Mas, como solucionar o problema de poluição e contaminação das águas? Para responder a essa questão, vamos discutir o tratamento de esgotos, tema do nosso próximo conceito-chave.

Antes de iniciarmos o nosso segundo conceito chave, vamos ler o texto apresentado a seguir!

Para ler e refletir...

Soneto do Operador de ETE

Parei outro dia e pensei que o importante é trabalhar
pra criar os meus filhos e minha mulher enfeitar.
Por isso, todo dia, com o sol eu levanto e num costumo falhar.
Mas qual a importância do meu trabalho num contexto mais popular?

Se o esgoto não é tratado, causa impacto ambiental,
eutrofiza a lagoa e prejudica o natural,
acaba com os peixes do rio e com a saúde do animal,
causa doenças nas pessoas e enche os leitos do hospital.

Do meu trabalho depende o bom funcionamento da estação,
a qualidade do efluente e as eficiências de remoção,
o impacto no ambiente e sobre a saúde da população.

Sonho um dia com águas limpas pra pescar e pra nadar,
matar a sede do povo sem a saúde afetar.
Agora eu sei que o meu trabalho faz a vida das pessoas melhorar!

Autor: Fernando Silva de Paula

Qual é a profissão do sujeito do texto? Você concorda com as idéias dele?

OBJETIVOS:

- Discutir os objetivos do tratamento de esgotos e apresentar os seus diferentes níveis.

- Apresentar e discutir alguns sistemas simplificados de tratamento de esgotos domésticos.

Tratamento de esgotos domésticos

Sabemos que o consumo de água nas nossas atividades cotidianas implica na geração de esgoto e, também, que alguns constituintes dos esgotos podem causar danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente. Para solucionar esses problemas, foram concebidos os sistemas de tratamento dos esgotos, tema deste nosso conceito-chave.

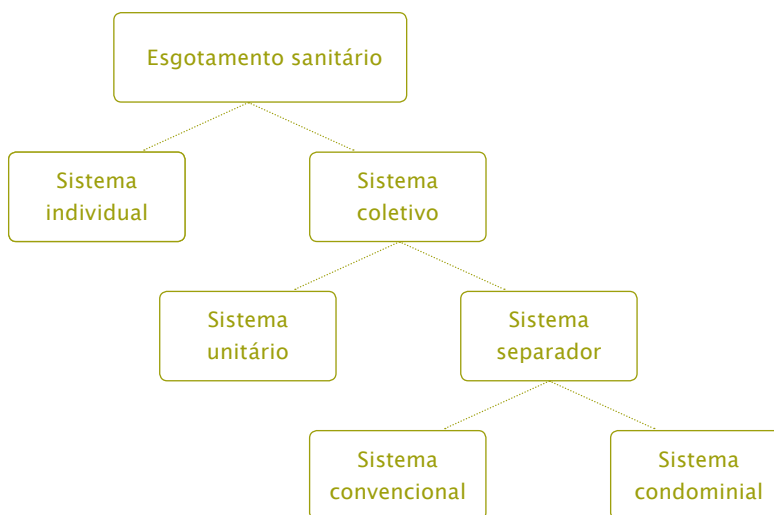
Antes de iniciarmos nossas discussões sobre os sistemas de tratamento de esgotos, vamos tratar das formas de coleta e transporte dos esgotos sanitários.

Reflita e se manifeste...

Qual é o destino do esgoto gerado na sua residência? Na sua comunidade, existe rede coletora de esgotos? Os esgotos gerados na sua comunidade são submetidos a alguma forma de tratamento?

Coleta e transporte dos esgotos

Para que os esgotos sejam tratados, é necessário que eles sejam coletados e transportados até as unidades responsáveis pelo seu tratamento, que pode ocorrer próximo aos locais de geração (residências) ou de forma centralizada. Existem diferentes tipos de sistemas de esgotamento sanitário, os quais são apresentados no esquema a seguir.

Principais variantes de esgotamento sanitário

Fonte: adaptado de von Sperling, 2005

Objetivos do tratamento dos esgotos

Vimos no primeiro conceito-chave que os principais impactos do lançamento dos esgotos em corpos d'água são a poluição por matéria orgânica e a conseqüente redução do OD, a eutrofização em decorrência do aporte de nutrientes em lagos e represas e a contaminação das águas por agentes patogênicos que oferecem riscos à saúde das pessoas. Vamos agora iniciar a nossa discussão sobre os objetivos do tratamento de esgotos.

Reflita e se manifeste...

Quais são os objetivos do tratamento de esgotos na ETE que você opera? Qual a seqüência de unidades existentes na ETE em que você trabalha? Quais são os objetivos do emprego de cada uma delas no fluxograma da ETE?

A figura a seguir apresenta uma síntese dos principais objetivos do tratamento dos esgotos.

Remoção de sólidos em suspensão

A remoção de sólidos sedimentáveis, bem como de materiais flutuantes e de parte da matéria orgânica em suspensão, presentes nos esgotos, é realizada por sedimentação. Nos fluxogramas dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de sólidos em suspensão ocorre na primeira unidade de tratamento biológico (lagoa anaeróbia, tanque séptico ou reator UASB).

Remoção de matéria orgânica

A remoção de matéria orgânica é, usualmente, o principal objetivo do tratamento de esgotos, visando à *preservação ambiental*. Na estação de tratamento, a remoção de matéria orgânica (DBO e DQO) ocorre, principalmente, nas unidades de tratamento biológico.

Remoção de organismos patogênicos

A contaminação do corpo receptor por agentes patogênicos é o aspecto de maior importância na avaliação dos *impactos sobre a saúde*, decorrentes do lançamento de esgoto nos corpos d'água. Por isso, em estações de tratamento de esgotos, busca-se a remoção desses organismos.

Nos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de organismos patogênicos, como cistos de protozoários (por exemplo, Giárdia sp.) e principalmente de ovos de helmintos (por exemplo, ovos de *Ascaris Lumbricoides* – popularmente conhecido como lombriga), ocorre por sedimentação no tanque séptico, no reator UASB e na lagoa anaeróbia, levando ao acúmulo dos ovos e cistos junto ao lodo dessas unidades. Já a remoção de microrganismos patogênicos (representados pelos coliformes) ocorre nas lagoas de maturação.

Remoção de nutrientes
Os objetivos da remoção de nutrientes (N e P) nas estações de tratamento estão diretamente relacionados aos *impactos causados nos corpos receptores*. A remoção de nutrientes é alcançada, usualmente, no tratamento em nível terciário, sendo pouco comum em nosso meio. Nos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a remoção de nutrientes ocorre nas lagoas de maturação.

Vimos que os principais objetivos do tratamento dos esgotos consistem na remoção de sólidos em suspensão, matéria orgânica, organismos patogênicos e nutrientes. Mas como determinar quais poluentes devem ser removidos na ETE e qual a qualidade necessária do **efluente** da estação?

A qualidade necessária para o efluente da estação é determinada, sobretudo, em decorrência das características do corpo d'água receptor, cuja qualidade da água é resguardada por **padrões ambientais**.

Para a proteção do corpo receptor são estabelecidos os **padrões ambientais**. São adotados os padrões de lançamento (que regulamentam e limitam o lançamento de impurezas nos corpos d'água) e os padrões de classificação dos corpos d'água (que determinam a qualidade a ser mantida no curso d'água em função do seu uso previsto).

Para permitir o atendimento aos padrões ambientais e a qualidade desejada da água é necessário o tratamento dos esgotos antes do seu lançamento no curso d'água. Você sabia que existem diferentes níveis de tratamento de esgotos?

Níveis de tratamento de esgotos

O tratamento de esgotos pode ser classificado em diferentes níveis; preliminar, primário, secundário e terciário, caracterizados pelos mecanismos de remoção de impurezas preponderantes e pelo tipo de impurezas que se busca remover.

Níveis de tratamento de esgotos
- Tratamento preliminar: remove sólidos grosseiros e areia.
- Tratamento primário: remove sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica.
- Tratamento secundário: remove matéria orgânica e, eventualmente, nutrientes.
- Tratamento terciário: remove nutrientes, organismos patogênicos e poluentes específicos (compostos tóxicos, não **biodegradáveis** etc.).

Vamos, agora, abordar cada um desses níveis de tratamento!

Tratamento preliminar

O tratamento preliminar é composto por unidades de gradeamento, desarenadores e medidor de vazão.

Gradeamento

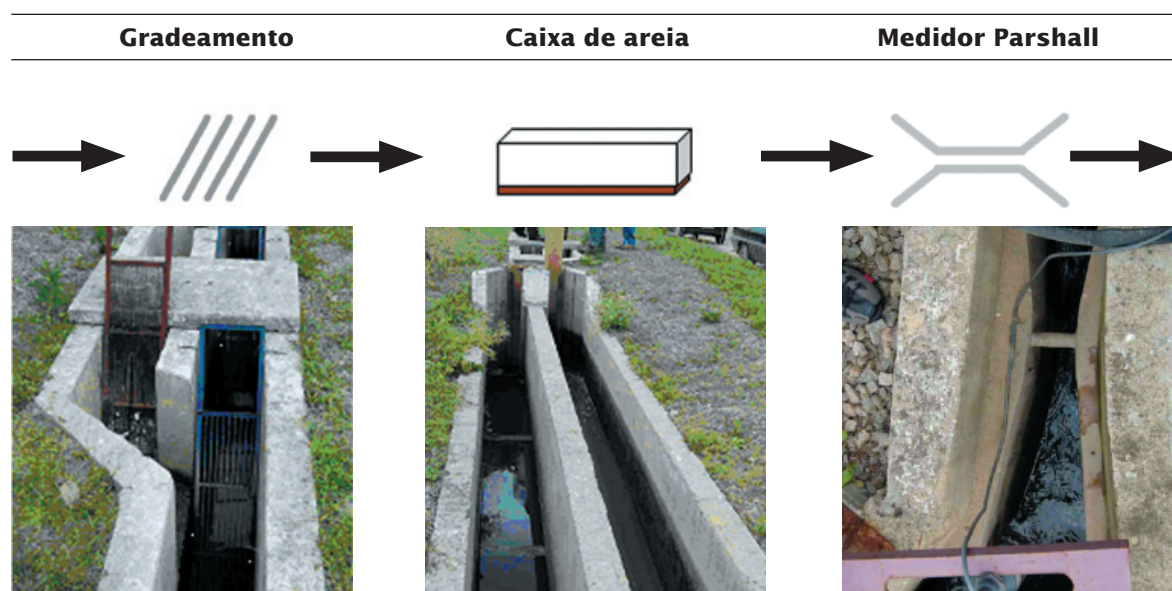
As principais finalidades da remoção de sólidos grosseiros nas grades são: proteger as unidades de tratamento, as bombas, as tubulações e os corpos d'água receptores.

Desarenadores

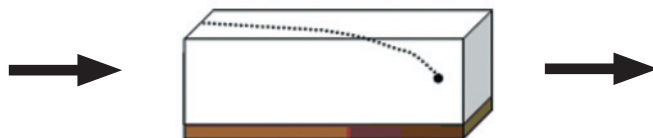
As principais finalidades da remoção de areia nos desarenadores (caixas de areia) são: evitar **abrasão** dos equipamentos e tubulações; eliminar ou reduzir obstruções em tubulações e em outras unidades; e facilitar o transporte do esgoto.

Medidores de vazão

O medidor Parshall é um instrumento clássico utilizado para a medição da vazão afluente à ETE.

A figura a seguir apresenta a simbologia usualmente utilizada para a representação das unidades que compõem o tratamento preliminar e algumas fotos dessas unidades.

Fonte: ETE em Juiz de Fora/MG e ETE Paranoá em Brasília/DF

Tratamento primário

Os esgotos provenientes do tratamento preliminar contêm ainda os sólidos em suspensão não grosseiros, os quais podem ser parcialmente removidos em unidades de sedimentação, os decantadores primários. A seguir, apresentamos a simbologia utilizada para representar os decantadores primários e uma foto dessa unidade.

Fonte: ETE Arrudas (BH/MG)

Tratamento secundário

A essência do tratamento secundário é a inclusão de uma etapa biológica de tratamento, utilizada, principalmente, para a remoção da matéria orgânica. No tratamento secundário, a remoção de matéria orgânica é realizada por meio da atuação de **microrganismos aeróbios**, **anaeróbios** e/ou **facultativos**.

Tratamento terciário

Alguns sistemas utilizam ainda outra etapa no fluxograma da ETE, o tratamento terciário que corresponde ao nível mais elevado de tratamento, visando remover nutrientes, organismos patogênicos e outros poluentes específicos.

Discutimos aspectos diversos relacionados ao tratamento de esgotos. Vamos, agora, focar o assunto principal da nossa oficina, ou seja, os sistemas simplificados de tratamento de esgotos.

Sistemas simplificados de tratamento de esgotos

Vamos iniciar esse assunto lendo o texto a seguir.

Para ler e refletir...

A Opção por Sistemas Simplificados para o Tratamento de Esgotos

No Brasil, a má distribuição da renda e da terra compõe um quadro de desigualdade que se reflete nos indicadores sociais e de saúde. A situação, de uma forma geral, é ainda mais grave nas pequenas comunidades rurais e nas periferias dos grandes centros urbanos. O baixo nível econômico dessas regiões, associado à falta de educação sanitária e de saneamento básico, reduz a expectativa e a qualidade de vida da população, e dificulta (ou mesmo impede) o progresso social (Heller, 1997).

Nesse cenário, soluções alternativas para o tratamento de esgotos, baseadas em sistemas simplificados, encontram grande aplicabilidade e têm apresentado vantagens sobre os sistemas convencionais por conjugar baixos custos de implantação e operação, simplicidade operacional, índices mínimos de mecanização e uma maior sustentabilidade do sistema.

Você conhece algum sistema simplificado de tratamento de esgotos?

Nos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, a qualidade esperada do efluente é semelhante à proporcionada pelos sistemas convencionais, porém com menores custos e maior sustentabilidade. Abordaremos três sistemas simplificados de amplo emprego no país para o tratamento de esgotos domésticos: as lagoas, o tanque séptico seguido por filtro anaeróbio (TS+FA) e o reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) seguido por filtro anaeróbio.

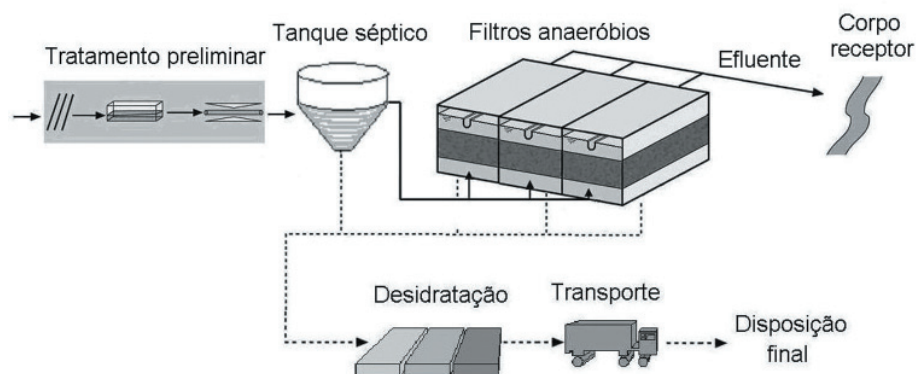
Lagoas de estabilização seguidas por lagoas de maturação

Uma das principais técnicas de tratamento por sistemas de lagoas é a combinação de lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa e lagoas de maturação. Enquanto as duas primeiras estabilizam a matéria orgânica, as lagoas de maturação têm a função de remover microrganismos patogênicos. Apresentamos a seguir um fluxograma simplificado desse processo.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2005.

Tanque séptico seguido por filtro anaeróbio

O tanque séptico remove a maior parte dos sólidos em suspensão, os quais se sedimentam e sofrem o processo de digestão anaeróbia pela atuação do lodo que se acumula no fundo do tanque. O lodo removido periodicamente do tanque é encaminhado para uma unidade de desaguamento, usualmente, para os **leitos de secagem**.

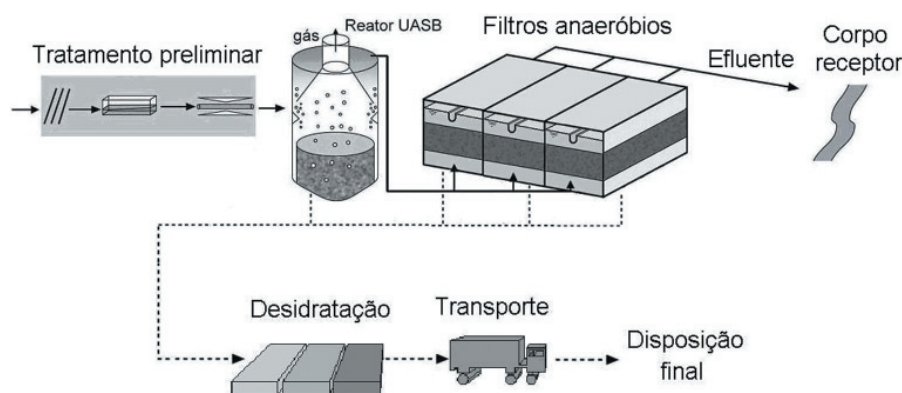
O efluente do tanque séptico é encaminhado ao filtro anaeróbio, onde é efetuada a remoção complementar de DBO. Os microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica crescem no fundo do filtro e também aderidos ao material de enchimento. O lodo de excesso descartado periodicamente do filtro anaeróbio é encaminhado, conjuntamente com aquele proveniente do tanque séptico, para os leitos de secagem. Apresentamos a seguir um fluxograma típico desse sistema.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2005.

Leitos de secagem são unidades utilizadas para a secagem de lodo, ou seja, para reduzir ao máximo a porcentagem de água no lodo e, com isso, facilitar o seu transporte e disposição final, reduzindo os custos relacionados.

Fonte: ETE Caçadores

Reator UASB seguido por filtro anaeróbio

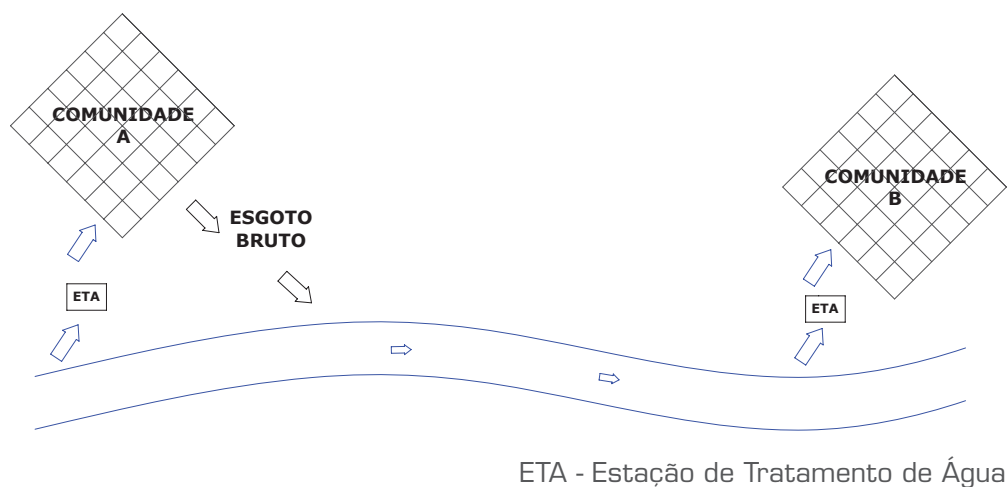
No reator UASB, o esgoto é distribuído no fundo do reator e o efluente é coletado no topo da unidade (**fluxo ascendente**). A estabilização da matéria orgânica é proporcionada por meio da passagem do esgoto pela biomassa gerando gás e mais lodo biológico. A biomassa que cresce no sistema constitui o lodo biológico, cujo excesso é descartado periodicamente do reator e encaminhado para o leito de secagem. Na parte superior da unidade, uma estrutura denominada separador trifásico (gás, sólido e líquido) permite a saída do efluente clarificado e o retorno do lodo ao sistema. O gás coletado pode ser reaproveitado (energia do metano), devendo ser ao menos queimado.

O reator UASB pode ser utilizado de forma isolada ou seguido de alguma forma de pós-tratamento, visando ao atendimento aos padrões ambientais. O filtro anaeróbio, utilizado como pós-tratamento do efluente do reator UASB, atua na remoção complementar da matéria orgânica. Apresentamos a seguir um fluxograma desse sistema.

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2005.

O tratamento dos esgotos, visando o atendimento aos padrões de qualidade da água, garante os seus usos previstos e evita a ocorrência de conflitos pelo direito de usos da água. Para discutirmos um pouco mais esse assunto, vamos realizar o seguinte debate.

Reflita e se manifeste...

A figura a seguir mostra duas comunidades, A e B, situadas à margem de um rio em dois pontos distintos do seu curso. As duas cidades utilizam as suas águas para o abastecimento e também para lançar os seus esgotos, como pode ser visto na mesma figura.

ETA - Estação de Tratamento de Água

Quais os impactos e as implicações que a presença da comunidade A impõe à comunidade B? Como podem ser reduzidos?

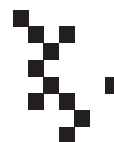
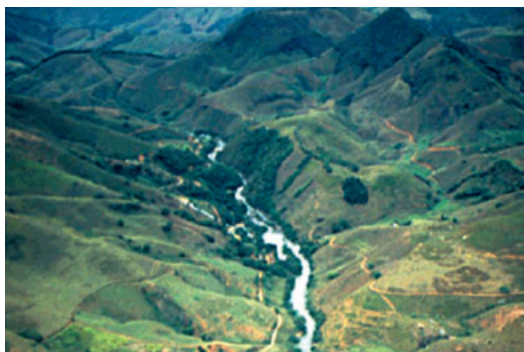
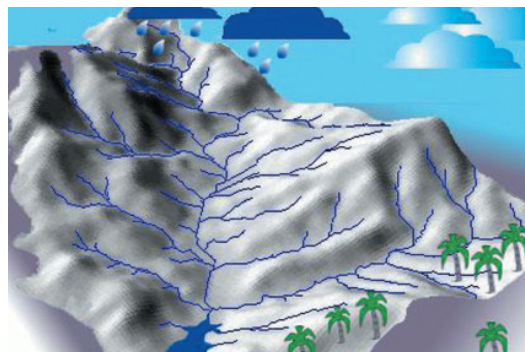
....

....

....

....

....

Vimos nesse debate um exemplo de um possível conflito pelo direito de uso da água. De fato, o planejamento e o gerenciamento de rotas do uso e disposição da água, ou seja, as obras e intervenções necessárias, relativas às águas, esgotos e águas pluviais, realizadas no contexto da bacia hidrográfica são fundamentais para a garantia da qualidade desejada da água em função dos usos a que se destina.

Bacia Hidrográfica é uma área natural cujos limites são definidos pelos pontos mais altos do relevo (divisores de água ou espigões dos montes ou montanhas) e dentro da qual a água das chuvas é drenada superficialmente pelo curso d'água principal até sua saída da bacia, no local mais baixo do relevo, ou seja, na foz do curso d'água.

Fonte: www.eco.unicamp.br

Fonte: www.manage.uff.br

Agora que já discutimos sobre os processos de tratamento de esgotos, vamos tratar da operação e manutenção dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos, foco principal da nossa oficina de capacitação.

Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos

A adequada operação de uma ETE é fundamental para o alcance dos objetivos da sua implantação. Dessa forma, neste nosso último conceito-chave vamos tratar de diversos aspectos do controle operacional de sistemas simplificados de tratamento de esgotos, apresentando informações relativas ao monitoramento, a operação e a manutenção dos mesmos.

Ao longo desse conceito-chave, sugerimos, por meio da realização de atividades, a construção de um roteiro de procedimentos de operação e manutenção de um sistema de tratamento, incluindo os problemas mais comuns e os procedimentos para solucioná-los.

Para tanto, ao longo deste conceito-chave, em alguns momentos, você será alertado para utilizar as informações disponíveis para compor o seu roteiro.

OBJETIVOS:

- Refletir sobre a prática de operação e manutenção de sistemas simplificados.

- Discutir a importância do monitoramento como uma ferramenta de controle operacional.

- Identificar e analisar os principais problemas associados ao funcionamento desses sistemas.

- Relacionar conhecimentos que possibilitem a elaboração de um roteiro de operação e manutenção de um sistema de tratamento.

- Refletir sobre a importância do controle operacional no sucesso do tratamento e como instrumento para a identificação de práticas e rotinas capazes de promover a melhoria da saúde e da segurança dos trabalhadores.

Práticas de operação e manutenção do tratamento preliminar

No conceito chave anterior foi visto que a remoção prévia de sólidos grosseiros e de areia é necessária para proteger as unidades de tratamento seguintes, como também as bombas e as tubulações. Vimos também que as características do esgoto, que são variáveis ao longo do tempo, podem influenciar na operação da ETE, determinando, por exemplo, a freqüência necessária de limpeza das unidades do tratamento preliminar. Tais fatos mostram a necessidade de se realizar o monitoramento dessas unidades. Você sabe como é feito o monitoramento do tratamento preliminar?

Monitoramento do tratamento preliminar

Os parâmetros e a freqüência de monitoramento das unidades que integram o tratamento preliminar podem ser diferentes, em função de especificidades locais e de exigências impostas pelos órgãos de controle ambiental.

Um exemplo de monitoramento das unidades do tratamento preliminar encontra-se no roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

A partir da análise dos dados do monitoramento, é possível avaliar o desempenho das unidades integrantes do tratamento preliminar e, inclusive, apontar a eventual necessidade de alterações na rotina operacional dessas unidades.

Vamos, agora, tratar das atividades operacionais nas unidades do tratamento preliminar!

Operação do tratamento preliminar

Em sua rotina de trabalho você presencia a limpeza de grades e caixas de areia? Você já parou para pensar sobre a importância dessas atividades? Você sabia que existem diferentes tipos de grades e caixas de areia? Antes de discutirmos a operação do tratamento preliminar, vamos conhecer melhor essas unidades.

Unidade de gradeamento

Para a remoção de sólidos grosseiros podem ser utilizadas grades de limpeza manual (utilizadas em estações de menor porte) ou mecanizada (utilizadas em estações maiores).

Grade de limpeza manual

Fonte: ETE Campo Largo

Fonte: ETE Onça

Fonte: ETE Onça

Grade de limpeza mecanizada

Fonte: ETE Paranoá

Fonte: ETE Onça

Fonte: ETE Onça

Desarenadores

A remoção de areia dos desarenadores pode ser manual (como usualmente ocorre em sistemas menores) ou mecanizada (empregada em estações de maior porte).

Fonte: ETE em Juiz de Fora/MG

Desarenador de limpeza manual

Fonte: ETE Onça

Desarenador de limpeza mecanizada

Medidor Parshall

Fonte: ETE Campo Largo

O medidor Parshall permite a medição da vazão por meio da determinação da altura da lâmina d'água. Isso pode ser feito manualmente, utilizando-se réguas, ou de forma automática, através da utilização de sensores de nível d'água.

Agora, sim, vamos tratar das atividades de operação e manutenção do tratamento preliminar.

Não deixe de aproveitar as informações para compor o seu roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

Atividade em grupo......

Suponha que o supervisor da estação de tratamento em que você opera solicitou-lhe a construção de uma listagem das atividades de operação e manutenção das unidades de gradeamento e caixas de areia da ETE, procurando responder às seguintes questões:

Qual o protocolo operacional de atividades utilizado na limpeza dessas unidades? Quais equipamentos e ferramentas são utilizadas? Quais são as principais dificuldades encontradas na realização dessas atividades?

....

....

....

....

....

A rotina operacional deve permitir a freqüência adequada de limpeza das grades e caixas de areia para assegurar uma efetiva remoção dos sólidos grosseiros e da areia presentes no esgoto. A seguir, destacamos alguns aspectos de importância relacionados à operação do tratamento preliminar.

- A operação de limpeza das grades deve ser no mínimo diária.
- A remoção da areia nas caixas deve ter freqüência de uma vez a cada uma ou duas semanas, dependendo da quantidade de areia no esgoto afluente.
- A remoção de quaisquer entupimentos que possam prejudicar a distribuição uniforme do afluente no sistema de tratamento é fundamental para o sucesso do tratamento.

Você já parou para pensar sobre os eventuais riscos associados às atividades que você realiza no seu trabalho? Vamos discutir um pouco sobre a sua segurança!

Reflita e se manifeste...

Qual é a importância do uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPI? Nas atividades de limpeza das unidades do tratamento preliminar, quais EPI devem ser utilizados? Você utiliza todos eles?

Na realização de todas as tarefas operacionais de uma ETE, é necessária, minimamente, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: uniformes adequados, luvas, botas de borracha, capacete etc.

O uso dos EPI é fundamental para sua segurança e para proteção da sua saúde!

Apresentamos a seguir de forma simplificada, alguns exemplos de protocolos operacionais para essas unidades.

Protocolo operacional e de limpeza das grades

Grade de limpeza manual

- As ferramentas necessárias são: rastelo, pá, carrinho de mão, balde, mangueira, saco plástico, arame e formulários de controle.
- Remover o material retido usando o rastelo, com o devido cuidado, de forma a evitar a entrada de sólidos grosseiros no sistema e o contato direto com o material removido.
- Depositar o material removido em vasilhame devidamente protegido e que permita a medição do volume depositado, posteriormente, limpar a grade com jato de água.
- Ao fim do turno, medir o volume do material retirado e anotá-lo em formulário apropriado, em seguida, ensacar o material para ser encaminhado ao aterro sanitário.

Grade de limpeza mecanizada

- Verificar o correto posicionamento da caçamba estacionada para receber os detritos removidos pelas grades.
- Inspecionar o correto espaçamento e paralelismo das barras.
- Por meio do painel de controle, selecionar as grades que devem estar em operação.

- Vistoriar o funcionamento do braço raspador, sua correta parada após o rastelamento e o mecanismo de autolimpeza.
- Detectar ruídos estranhos nos mecanismos móveis, como motores, redutores e mancais de rolamento.
- Verificar se as partes móveis encontram-se devidamente lubrificadas.
- Verificar, diariamente, se o rastelo automático das grades finas está funcionando.
- Verificar o nível de enchimento da caçamba. Quando a capacidade da caçamba estiver quase se esgotando, transportá-la até o local de disposição final.
- Ao final de cada jornada, recobrir o material depositado com uma camada inerte (solo, entulho etc.).
- Na ocorrência de qualquer anormalidade de funcionamento, o operador deverá desligar o equipamento com defeito e comunicar o fato ao responsável pela equipe de manutenção.

Protocolo operacional e de limpeza de caixas de areia

Desarenador de limpeza manual

- As ferramentas necessárias são: pá, enxada, carrinho de mão, vassoura, mangueira, balde, saco plástico, arame e formulários de controle.
- Colocar a comporta (stop-log) para impedir a entrada de esgoto na caixa, verificando se ficou bem vedada.
- Utilizando balde, retirar o líquido que ficou na caixa, o qual deve ser encaminhado para a entrada da caixa de areia em operação.
- Retirar o material depositado com a pá e a enxada, colocando-o no carrinho de mão e, posteriormente, ensacar o material para o seu aterramento.
- Limpar a caixa de areia com jato de água, esfregando as paredes internas com vassoura, e retirar a água de lavagem.
- Ao fim do turno, medir o volume do material removido e anotar em formulário adequado.

Desarenador de limpeza mecanizada

- Verificar o correto posicionamento das caçambas estacionadas para receber a areia removida nos desarenadores.
- Vistoriar o funcionamento do braço raspador que funciona em movimento.
- Por meio do painel de controle, selecionar os desarenadores que devem estar em operação.
- Detectar ruídos estranhos nos mecanismos móveis, como motores, redutores e mancais de rolamento.
- Verificar se as partes móveis se encontram devidamente lubrificadas.
- Verificar, diariamente, se o braço raspador está funcionando.
- Verificar, diariamente, o funcionamento da bomba parafuso (transportador de areia).
- Verificar o nível de enchimento das caçambas. Quando a capacidade das caçambas estiver quase se esgotando, transportá-las até o local de disposição final.
- Ao final de cada jornada, recobrir o material depositado com uma camada inerte (solo, entulho etc.).
- Na ocorrência de qualquer anormalidade de funcionamento, o operador deverá desligar os equipamentos do desarenador com defeito e comunicar o fato ao responsável pela equipe de manutenção.

Protocolo operacional do medidor Parshall

Em relação ao medidor Parshall, é importante destacar que as variações repentinas de vazão podem indicar a ocorrência de entupimentos na rede coletora (caso coincida com episódios de extravasamento de esgotos), a ocorrência de infiltrações excessivas ou de ligações clandestinas da rede de águas pluviais (caso coincida com a ocorrência de chuvas) ou mesmo a necessidade de se utilizar um tanque de equalização de vazão (caso os picos diários sejam freqüentemente maiores que os esperados).

Tratamos do monitoramento e da operação e manutenção das unidades integrantes do tratamento preliminar. Quanto à manutenção, você notou que as atividades abordadas constituem ações de manutenção preventiva? E quanto à detecção e correção de problemas operacionais? Vamos, agora, discutir a manutenção corretiva!

Principais problemas operacionais nas unidades do tratamento preliminar

A ocorrência de problemas operacionais é comum nas estações de tratamento, portanto, é necessário o conhecimento das suas possíveis causas, bem como das formas de detecção e correção dos problemas mais usuais. Para discutir um pouco esse assunto, propomos a realização da atividade a seguir.

Aproveite as informações para enriquecer o seu roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

Atividade em grupo...

Cada grupo deverá listar os principais problemas, vivenciados ou não por seus membros, que podem ser observados no esgoto bruto e na operação do tratamento preliminar da ETE, relacionando-os com as suas prováveis causas e possíveis soluções. Essa lista de problemas deverá ser apresentada para a turma.

Apresentamos a seguir um conjunto de informações que podem auxiliar a detecção e correção de problemas na operação do tratamento preliminar. Busque identificar aquelas informações que, eventualmente, não foram utilizadas pelo grupo na atividade anterior e que podem complementar a listagem que vocês construíram.

Problemas operacionais com o esgoto bruto e com o tratamento preliminar e possíveis soluções

Observação	Causa provável	Verificar	Solução
Vazão sempre menor que a esperada	População ou contribuição per capita menor que a projetada	Dispositivo de medição de vazão	Aumentar população beneficiada
Vazão repentinamente menor que a esperada	Entupimento na **rede de esgoto**	Extravasamento na área de contribuição	Desentupir a rede de esgotos
Vazão sempre maior que a esperada	População ou contribuição per capita maior que a projetada	Dispositivo de medição de vazão	Aumentar capacidade de tratamento
Picos diários maiores que os esperados	Equalização menor que esperada	Dispositivo de medição de vazão	Utilizar tanque de equalização
Picos repentinos irregulares	Ligação da **rede de águas pluviais**	Coincidência com chuvas	Desfazer ligação clandestina
Vazão ocasionalmente maior que a esperada	Infiltração grande de água subterrânea	Coincidência com chuvas	Descobrir pontos de infiltração
pH anormal	Despejo industrial	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Temperatura anormal	**Despejo industrial**	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema.
Sólidos sedimentáveis maiores que o normal	Despejo clandestino de lixo doméstico ou industrial na rede	Natureza dos sólidos sedimentáveis	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Odor ou insetos na barra	Intervalo longo entre limpezas	Intervalo de limpeza	Aumentar a freqüência de limpeza
Aumento repentino da massa de sólidos grosseiros retidos	Descarga clandestina de **resíduos sólidos**	Existência de fontes clandestinas	Localizar e atuar sobre as fontes, no sentido de corrigir o problema
Diminuição repentina da massa de sólidos grosseiros retidos	Falha de retenção na grade	Condição da grade	Consertar a grade
Aumento repentino da massa de areia retida	Descarga de águas pluviais na rede	Vazão de esgoto	Desfazer ligação de águas pluviais
Diminuição repentina da massa de areia retida	Arraste de areia na caixa	Velocidade da água (corante)	Reduzir a velocidade
Odor de ovo podre na caixa de areia	Sedimentação de material orgânico	Velocidade da água (corante)	Aumentar a velocidade da água
Areia retida é cinza, tem odor e contém graxa	Sedimentação de material orgânico	Velocidade da água (corante)	Aumentar a velocidade da água
Corrosão de metal e concreto nas unidades de pré-tratamento	Ventilação insuficiente	Ventilação	Melhorar a ventilação

Fonte: Chernicharo, van Haandel e Cavalcanti (1999)

Você reparou que em um sistema de tratamento de esgotos alguns dos problemas verificados nas atividades operacionais, envolvem diversos aspectos sanitários, podendo decorrer da ligação indevida de águas pluviais, da descarga clandestina de resíduos sólidos, de despejos industriais etc. Esses são apenas alguns exemplos de inter-relações existentes entre as diversas esferas do saneamento. Você sabe o que é saneamento?

Para ler e refletir...

O que é Saneamento?

"Saneamento ou saneamento básico tem sido definido como o conjunto das seguintes ações: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública, drenagem de águas pluviais e controle de vetores."

"A Fundação Nacional da Saúde- FUNASA define saneamento ambiental como um conjunto de ações socioeconômicas [...] por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural."

"Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, o saneamento pode ser entendido como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos deletérios sobre seu bem estar físico, mental e social. Logo, saneamento compreende um conjunto de ações sobre o meio ambiente no qual vivem as populações, visando a garantir a elas condições de salubridade, que protejam a sua saúde", ou seja, "seu bem-estar físico, mental e social."
(Heller, 2006)

Agora que conhecemos mais sobre saneamento, vamos voltar aos sistemas simplificados e discutir sobre a operação e manutenção das unidades de tratamento biológico.

Práticas de operação e manutenção das unidades de tratamento biológico

A maior parte dos poluentes orgânicos (DBO e DQO) é removida nas unidades do tratamento biológico, cujo desempenho depende da manutenção de condições adequadas à atuação da biomassa. Dessa forma, as atividades de manutenção e operação dessas unidades são essenciais para o alcance dos objetivos do tratamento.

Para iniciar esse assunto, vamos discutir alguns efeitos da entrada indevida de sólidos, não removidos no tratamento preliminar, nos reatores.

Impactos decorrentes da entrada indevida de sólidos

A entrada e a acumulação de sólidos indesejáveis nas unidades de tratamento biológico são altamente prejudiciais ao desempenho do tratamento, quer sejam eles sólidos grosseiros ou areia.

Impactos ocasionados por excesso de sólidos grosseiros no efluente do tratamento preliminar

O acúmulo de sólidos nas tubulações pode causar entupimentos e distribuição inadequada de vazão. Os sólidos grosseiros não biodegradáveis que entram nos reatores biológicos tendem a se acumular no sistema, junto à biomassa ou integrando a camada de escuma, podendo ocasionar:

- No tanque séptico: o entupimento da tubulação de saída e o extravasamento do esgoto devido à presença excessiva de sólidos grosseiros flutuantes.
- No reator UASB: o entupimento de tubos distribuidores de esgoto, proporcionando a distribuição desigual da vazão no fundo do reator e a conseqüente redução de desempenho da unidade.
- Na lagoa anaeróbia: aspectos visuais indesejáveis e a proliferação de mosquitos proporcionados pela presença excessiva de sólidos grosseiros flutuantes.

Nos reatores UASB, a ocorrência de entupimentos nos tubos distribuidores de esgoto junto ao fundo da unidade pode ser detectada visualmente, na operação do sistema, pela diferença de nível da lâmina d'água nas caixas de distribuição de esgoto na entrada do reator.

Fonte: ETE Onça

Impactos decorrentes por excesso de areia no efluente do tratamento preliminar

A presença de areia no efluente do tratamento preliminar pode causar abrasão nas tubulações e equipamentos responsáveis pelo transporte dos esgotos e alimentação das unidades subseqüentes. A areia nas unidades de tratamento biológico tende a se acumular no fundo das mesmas, junto à biomassa, aumentando a **fração inerte** do lodo, podendo ocasionar:

- No tanque séptico: a redução do volume útil do reator e, conseqüentemente, a redução da eficiência do sistema.
- No reator UASB: a redução do volume útil do reator pelo acúmulo de areia, o que pode levar à sobrecarga hidráulica e geração de maus odores, além da redução na eficiência do sistema.
- Na lagoa anaeróbia: a ocorrência de problemas localizados em decorrência da sedimentação de areia próximo à entrada do esgoto na lagoa, o que pode levar ao afloramento de lodo na superfície e à liberação de maus odores.

Vimos que os sólidos que passam pelo tratamento preliminar, dependendo da sua natureza e características, podem prejudicar o funcionamento das unidades de tratamento biológico, diminuindo significativamente o volume de biomassa no sistema e a eficiência do processo de tratamento, pois tendem a se acumular nessas unidades, agregando-se junto ao **lodo** ou à camada de **escuma**. Você conhece esses subprodutos do tratamento de esgotos?

Reflita e se manifeste...

Quais são os subprodutos do tratamento de esgotos gerados na ETE em que você trabalha? O que você entende por lodo e por escuma? Esses subprodutos oferecem algum risco à saúde?

Vamos conhecer um pouco mais sobre a constituição desses subprodutos sólidos do tratamento dos esgotos!

Lodo é um subproduto sólido do tratamento de esgotos e suas características são conferidas pelo tipo de sistema de tratamento utilizado e pelas características do esgoto.

Fonte: ETE Mangueira, PE

- O lodo é, usualmente, constituído por microrganismos (constituídos em sua maior parte pelos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos, mas também por agentes patogênicos), frações ainda não degradadas de matéria orgânica e **material inerte**.
- Nos sistemas de tratamento simplificados, abordados na nossa oficina, são gerados: o lodo primário anaeróbio removido do tanque séptico e o lodo biológico anaeróbio removido do reator UASB, do filtro anaeróbio e das lagoas anaeróbias.
- O lodo excedente gerado nos reatores biológicos deve ser removido com freqüência adequada, pois tende a se acumular na unidade, podendo aflorar nas lagoas anaeróbias ou, eventualmente, sair com o efluente no tanque séptico e no reator UASB, piorando a sua qualidade e, conseqüentemente, o desempenho dessas unidades.

Escuma é o material flutuante usualmente observado nas superfícies líquidas (interfaces ar–líquido) em alguns sistemas de tratamento, podendo ocorrer no desarenador, nas lagoas e, sobretudo, nos reatores anaeróbios.

Fonte: ETE Onça

Fonte: ETE Onça

- A escuma, de uma forma geral, pode conter gordura, óleos, ceras, sabões, restos de alimentos, cascas de frutas e vegetais, cabelo, papel e algodão, pontas de cigarros, materiais plásticos e materiais similares.
- Em reatores UASB, a formação de escuma pode ocorrer em dois locais distintos: no interior do separador trifásico, na interface de liberação dos gases formados durante a digestão anaeróbia; e na superfície do decantador, caso a saída do efluente seja afogada ou retentores de escuma sejam utilizados.

A interpretação conjunta dos dados operacionais de monitoramento da estação é que permite ao operador detectar e analisar todos esses problemas possíveis de ocorrer no tratamento biológico, decorrentes do mau funcionamento do tratamento preliminar. Você sabe por que e como é feito o monitoramento das unidades de tratamento biológico?

Monitoramento das unidades de tratamento biológico

O monitoramento dos reatores biológicos pode ser dividido em três tipos.

Monitoramento da eficiência – permite estabelecer o comportamento histórico da unidade e avaliar se o seu desempenho está de acordo com as especificações do projeto e com a legislação ambiental.

Monitoramento da estabilidade do reator anaeróbio – permite avaliar se há sinais da possibilidade da ocorrência de desequilíbrios na biomassa que possam comprometer o desempenho do reator.

Monitoramento da quantidade e qualidade do lodo – permite avaliar a necessidade de descarte de lodo e a capacidade de tratamento do reator.

Um exemplo de rotina de monitoramento de reator anaeróbio foi reproduzido no seu roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

É importante ressaltar que os parâmetros e a freqüência de monitoramento podem ser distintos, em decorrência de especificidades locais e de exigências impostas pelos órgãos de controle ambiental.

Vimos que diferentes aspectos podem ser avaliados a partir dos dados do monitoramento das unidades de tratamento biológico. Vamos, agora, iniciar uma discussão sobre as atividades operacionais relacionadas ao lodo.

Práticas operacionais: o descarte de lodo

No seu cotidiano de trabalho, você presencia a atividade de descarte de lodo? Você sabia que muitos dos problemas operacionais observados na maior parte dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos estão relacionados a essa atividade?

Aproveite e utilize as informações para compor o seu roteiro de atividades de manutenção e operação!

Atividade em grupo...

Suponha que o supervisor da estação de tratamento que você opera lhe solicitou a construção de uma listagem das atividades de operação e manutenção das unidades de tratamento biológico da ETE, procurando responder às seguintes questões:

Quais os possíveis impactos da não realização do descarte de lodo sobre o desempenho das unidades de pós-tratamento? Qual o protocolo operacional utilizado para o descarte de lodo? Quais equipamentos e ferramentas são utilizados? Quais os cuidados e os EPI que devem ser utilizados para que as atividades sejam executadas com segurança?

....

....

....

....

....

Apresentamos a seguir algumas informações importantes que se relacionam ao descarte de lodo das unidades de tratamento biológico: tanque séptico, reator UASB, lagoa anaeróbia e filtro anaeróbio.

A presença de lodo em excesso reduz o volume útil e, conseqüentemente, o **tempo de detenção hidráulica**, prejudicando o desempenho dos reatores biológicos. Dessa forma, a remoção do lodo excedente deve ser feita periodicamente.

Tanque séptico e Reator UASB – A remoção periódica de lodo é de fundamental importância para o bom desempenho do tanque séptico. A adoção de uma freqüência de descarte adequada reflete diretamente em uma menor perda de sólidos no efluente final e em uma melhor qualidade do efluente, em termos de sólidos suspensos e de DQO e DBO.

No reator UASB, o descarte de lodo deve ser feito, preferencialmente, do fundo e à meia altura do compartimento de digestão. O monitoramento da concentração e altura do lodo no reator é realizado a partir de pontos de amostragem dispostos em diferentes alturas da unidade.

A freqüência de descarga, no caso de processos de desidratação em leitos de secagem, é de duas a três semanas, variando de acordo com a capacidade de armazenamento de lodo do reator e com o tempo médio de secagem.

Lagoa anaeróbia – A remoção de lodo, embora pouco freqüente, é uma tarefa que pode ser necessária e de proporções significativas na operação dessa unidade, portanto, deve ser planejada, com o objetivo de reduzir custos e impactos relacionados com a remoção e disposição do lodo.

Filtro anaeróbio – A freqüência adequada de descarte de lodo é fundamental para minimizar os problemas de entupimento do **meio suporte** e para garantir a boa qualidade do efluente final.

Nos sistemas simplificados que utilizam filtros anaeróbios, uma atenção especial deve ser desprendida ao monitoramento da quantidade de lodo presente no reator UASB bem como no tanque séptico, uma vez que a saída de lodo junto ao efluente dessas unidades pode levar ao entupimento do filtro anaeróbio, comprometendo o pós-tratamento.

Apresentamos a seguir exemplos de protocolos operacionais de descarte de lodo de tanque séptico e reator UASB.

Protocolo operacional de descarte de lodo

Protocolo operacional de remoção de lodo do tanque séptico

- Antes de qualquer providência, as tampas de inspeção devem ser removidas e mantidas abertas por tempo suficiente para a remoção de **gases tóxicos** ou explosivos.
- Em tanques sépticos dotados de dispositivos de descarga de lodo por **pressão hidrostática**, realizar o esgotamento do lodo por meio da manobra dos registros de descarga. A parte líquida mais clarificada pode permanecer no reator.
- Quando não há dispositivos de descarga do lodo, esgotar o lodo mecanicamente (bombeamento, **sucção** ou **sinfonamento**), atingindo o fundo do reator em vários pontos e, considerando uma área de abrangência em torno de 1,5 m^2 por ponto, cobrindo toda a superfície do fundo.

- Não raspar ou lavar o reator na operação de retirada do lodo. O lodo remanescente aderido às paredes ou presente em pequenas quantidades junto ao fundo do tanque acelera o desenvolvimento da nova população microbiana.
- Após a operação, proceder à limpeza do local, anotar a data para a próxima operação e o volume a ser esgotado.
- Protocolo operacional de descarte de lodo do reator UASB.
- A operação de descarte se dá a partir da abertura de registros que são previstos na lateral do reator, o que possibilita o escoamento do lodo até o leito de secagem.
- A abertura individualizada de cada registro (um por vez) correspondente a cada ponto de descarte de lodo é fundamental, pois, caso contrário, o descarte de lodo não será uniforme no interior do reator.
- Uma vez definidos os volumes de lodo a descartar de cada ponto (superior e inferior), conforme cálculos e simulações que devem ser efetuados com antecedência, a medição pode ser feita automaticamente, por meio de medidores de vazão, ou avaliando-se a altura da lâmina de lodo e o volume correspondente no leito de secagem.

Tratamos do descarte de lodo, falta discutir os aspectos operacionais e de monitoramento das unidades responsáveis pelo seu desaguamento, os leitos de secagem.

Monitoramento e operação dos leitos de secagem de lodo

O monitoramento contínuo dos sólidos nos leitos de secagem é de fundamental importância para se definir a melhor rotina de descarte e de desidratação do lodo, contribuindo para:

- A redução dos ciclos de secagem e disponibilização do leito para uma nova batelada de descarte de lodo.
- A obtenção de um lodo mais seco e conseqüente redução do volume de lodo e dos custos de transporte até o local de disposição final.
- A redução da perda de sólidos juntamente com o efluente do reator e conseqüente melhoria da qualidade do efluente final.

Um exemplo de rotina de monitoramento de leitos de secagem é apresentado no roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

Vamos praticar alguns conhecimentos relativos à operação dos leitos de secagem de lodo! Para isso, propomos a realização da atividade a seguir.

Atividade individual

Ligue os elementos das três colunas a seguir, relacionando o problema a suas prováveis causas e possíveis soluções.

Problema	Prováveis causas	Possíveis soluções
geração de mau odor, quando se aplica o lodo no leito	acumulação de sólidos e areia	diminuir carga de sólidos
tubulação de descarga de lodo de excesso entupida	instabilidade do lodo (alta relação STV/ST)	limpar as tubulações após uso
tempo excessivo para evaporação	retirada de lodo de uma altura muito elevada no reator	retirar o lodo de uma altura menor (próximo ao fundo do reator)
reprodução de mosquitos nos leitos	carga aplicada excessiva	ajustar carga orgânica
Lodo de escesso muito diluído	camada de água semipermanente	melhorar permeabilidade
tempo excessivo para percolação	intensidade pluviométrica elevada	aprimorar manutenção
	baixa temperaturas, umidade do ar elevada	substituir areia
	limpeza do leito inadequada	cobrir leito
	areia “cega”	aplicar lavagem ascensional
	sistema de drenagem entupido	

Diversos organismos patogênicos podem estar presentes no lodo biológico, por isso, usualmente a destinação desse material é o **aterro sanitário**. Contudo, quando o lodo é tratado e **higienizado** ele pode ser utilizado com benefícios, por exemplo, na agricultura.

Vimos que, entre as atividades de operação e manutenção de reatores biológicos, a retirada de lodo excedente dos reatores é de extrema importância para o sucesso do tratamento. Quanto à escuma, ela deve ou não ser removida dos reatores?

Práticas operacionais: a remoção de escuma

Vamos iniciar a nossa discussão sobre a remoção de escuma dos reatores, debatendo as questões apresentadas a seguir.

Reflita e se manifeste...

Quais os possíveis impactos sobre o desempenho da ETE, caso não seja realizada a retirada de escuma? Na ETE em que você trabalha é realizado o descarte de escuma? Quais os cuidados necessários e as dificuldades encontradas na realização dessas atividades?

....

....

....

....

....

A seguir apresentamos alguns pontos importantes relacionados à remoção de escuma das unidades de tratamento biológico da ETE.

Tanque séptico e Reator UASB – A remoção periódica de escuma é de fundamental importância para o bom desempenho dessas unidades.

A escuma acumulada em grandes quantidades no tanque séptico pode passar sob o **defletor de saída**, provocando prejuízos adicionais, como o entupimento de tubulações, além de favorecer o entupimento dos filtros anaeróbios, prejudicando o desempenho global do sistema.

No reator UASB, o acúmulo excessivo de escuma nos separadores trifásicos pode impedir o desprendimento de gás, que pode vir a sair pelo decantador, comprometendo com isso a retenção de sólidos no reator e, conseqüentemente, o desempenho do sistema.

Fonte: ETE Onça, MG

A identificação da necessidade de remoção de escuma é normalmente feita a partir da abertura de escotilhas inspecionáveis acima da laje dos reatores. A operação de abertura dessas escotilhas deve ser feita com cuidado, uma vez que envolve riscos ao se acessar um compartimento contendo o **biogás**. Durante a abertura da escotilha, devem ser tomados todos os cuidados necessários, a exemplo de:

- Fechamento da válvula de gás correspondente ao separador trifásico que se queira inspecionar, isolando-o dos demais separadores.
- Não fumar nem portar objetos que possam produzir fogo ou faísca durante a realização da atividade.

Lagoa anaeróbia – A presença de escuma nas lagoas anaeróbias é totalmente normal, ela ajuda a manter a ausência de oxigênio e dificulta o desprendimento de maus odores e, portanto, não deve ser removida.

O desenvolvimento de mecanismos e métodos adequados que permitam uma eficiente remoção de escuma do interior dos separadores trifásicos dos reatores UASB é ainda necessário. Em decorrência disso, alguns reatores mais modernos têm sido equipados com uma calha no interior do separador objetivando a remoção da escuma (caso esta se apresente suficientemente fluida), tanto pelo aumento quanto pela redução da pressão do biogás.

Vimos diversos aspectos relacionados à operação e manutenção das unidades de tratamento biológico. Como você pôde perceber boa parte das atividades abordadas está relacionada ao gerenciamento dos subprodutos do tratamento gerados na estação. Para completar esse assunto, falta tratarmos de outro subproduto do tratamento, o biogás.

Coleta e queima de gás

Para iniciar este assunto, propomos a realização do seguinte debate.

Reflita e se manifeste...

Na estação de tratamento de esgotos em que você trabalha ocorre a geração de biogás? A produção de gás deve ser medida? O gás gerado é submetido a alguma forma de tratamento ou aproveitamento? Existem riscos associados ao biogás? Quais são eles e como podem ser evitados?

....

....

....

....

....

O gás gerado no tratamento anaeróbio do esgoto é usualmente encaminhado aos coletores de gases, localizados na parte superior do reator e daí até o queimador de biogás. Mas por que o biogás é usualmente queimado? Você já ouviu falar sobre gases estufa? E sobre o aquecimento global?

Fonte: ETE Onça, MG

O biogás é composto, em sua maior parte, por metano (CH_4), gás inflamável e altamente energético. Além disso, o metano é um dos gases que causam o efeito estufa, responsável em parte pela manutenção da temperatura no planeta, mas também pelo aumento atualmente observado na sua temperatura média, fenômeno conhecido como aquecimento global. O metano causa impactos bem maiores que o gás carbônico (CO_2), subproduto da sua combustão, portanto, o biogás deve ser ao menos queimado antes de ser lançado na atmosfera.

Por outro lado, o alto conteúdo de energia presente no metano faz com que a sua utilização como fonte de energia limpa e renovável seja uma importante prática visando à preservação dos recursos naturais na busca pelo **desenvolvimento sustentável**.

Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender às necessidades das futuras gerações, ou seja, não esgotar os recursos para o futuro.

Por ser inflamável, o biogás requer cuidados de segurança no entorno da área do reator, não se permitindo fumar ou desenvolver qualquer atividade que empregue chama (solda, aquecimento de refeição etc.). No acesso ao reator deverá estar afixada uma placa alertando sobre o perigo do biogás.

Vamos, agora, refletir sobre os principais problemas operacionais vivenciados por você e por seus colegas na operação de sistemas simplificados de tratamento de esgotos. É importante que você busque perceber como os dados operacionais e do monitoramento da ETE podem ser úteis para identificar a ocorrência e as possíveis soluções desses problemas.

Principais problemas operacionais nas unidades de tratamento biológico

Na estação em que você trabalha, quais são os problemas operacionais que ocorrem com maior freqüência? Você sabe por que eles ocorrem? Como são detectados e corrigidos? Vamos iniciar a nossa discussão sobre esse assunto, realizando a atividade proposta a seguir.

Utilize as informações que você julgar importantes em seu roteiro de procedimentos de operação e manutenção!

Atividade em grupo...

Cada grupo deverá listar os principais problemas que podem ser observados na operação das unidades de tratamento biológico da ETE, relacionando-os com as suas prováveis causas e possíveis soluções.

....

....

....

....

....

Apresentamos, a seguir, um conjunto de informações que podem auxiliar na detecção e correção de problemas operacionais mais freqüentes em algumas das unidades de tratamento biológico dos sistemas simplificados de tratamento de esgotos abordados na nossa oficina de capacitação.

Problemas operacionais e possíveis soluções: reator UASB

Observação	Causa provável	Solução
Distribuição desigual do afluente	Estrutura de distribuição desnivelada	Nivelar a estrutura de distribuição
Ponto de distribuição não recebe esgoto	Entupimento	Desbloquear
Coleta do efluente não uniforme	Estrutura de coleta desnivelada	Nivelar a estrutura de distribuição
	Camada superficial obstrui ponto de coleta	Remover obstrução
Teor elevado de sólidos sedimentáveis no efluente	Carga hidráulica excessiva	Diminuir vazão
	Excesso de sólidos no reator	Promover a descarga de lodo de excesso

continua ▶

► Problemas operacionais e possíveis soluções: reator UASB

Observação	Causa provável	Solução
Produção de gás menor que normal	Vazamento do biogás	Eliminar vazamento
	Defeito do gasômetro	Consertar ou substituir
	Diminuição da vazão	Desentupir rede de esgoto
	Material tóxico no afluente	Identificar e atuar sobre eventuais fontes de materiais tóxicos
	Carga orgânica excessiva	Diminuir carga orgânica
Produção de lodo maior que o normal	Sobrecarga do lodo	Diminuir carga aplicada
	Sólidos grosseiros e/ou inorgânicos entrando no reator	Restabelecer funcionamento das unidades de pré-tratamento
Produção de lodo menor que normal	Vazão pequena	Desentupir rede de esgoto
	Retenção de lodo deficiente	Consertar separador
Alta fração de sólidos inorgânicos	Falha da caixa de areia	Diminuir velocidade
	Baixa velocidade ascensional no reator	Aumentar velocidade
Lodo flutuante cresce rapidamente	Carga hidráulica excessiva	Diminuir carga
Eficiência da remoção do material orgânico reduzida	Carga hidráulica excessiva	Diminuir carga
	Descarga do afluente deficiente	Consertar falhas

Fonte: Chernicharo, van Haandel e Cavalcanti (1999)

Problemas operacionais e possíveis soluções: tanque séptico/filtro anaeróbio

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Adicionar nitrato de sódio no tanque séptico e no filtro anaeróbio
	Queda brusca da temperatura do esgoto	Adicionar cal (~12 g/m³ de tanque) para elevar o pH
	Presença de substâncias tóxicas	Adicionar produtos que seqüestrem os sulfetos
		Localizar e eliminar fontes de substâncias tóxicas

continua ►

▶ **Problemas operacionais e possíveis soluções: tanque séptico/filtro anaeróbio**

Observação	Causa provável	Solução
Elevado teor de sólidos no efluente	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Colocar outra unidade em operação
	Freqüência inadequada de remoção de lodo do tanque séptico	Promover a limpeza do tanque séptico, inclusive da camada de escuma
	Excesso de sólidos no afluente do filtro anaeróbio	Verificar a possibilidade de descarte parcial dos sólidos retidos no filtro anaeróbio
Entupimento do filtro anaeróbio	Freqüência inadequada de remoção de lodo do tanque séptico	Promover a limpeza do tanque séptico, inclusive da camada de escuma
		Verificar a possibilidade de descarte parcial dos sólidos retidos no filtro anaeróbio

Fonte: Adaptado de "Sistemas de esgotos sanitários de Meaipe – Manual de operação e manutenção das estações de tratamento de esgotos" (s/data)

Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas anaeróbias

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos e redução do tempo de detenção hidráulica	Eventual by-pass parcial para a lagoa facultativa (caso esta suporte elevações da carga)
		Melhorar a distribuição do afluente na lagoa (ex: por tubulações perfuradas no fundo da lagoa)
	Carga baixa e elevação excessiva do tempo de detenção hidráulica	Recircular o efluente da lagoa facultativa ou de maturação para a entrada da lagoa anaeróbia
		Operar com uma lagoa anaeróbia apenas (caso haja duas ou mais lagoas em paralelo)
	Presença de substâncias tóxicas	Adicionar nitrato de sódio em vários pontos da lagoa
	Queda brusca da temperatura dos esgotos	Adicionar cal (~12 g/m^3 de lagoa) para elevar o pH
		Adicionar produtos que seqüestrem os sulfetos

continua ▶

▶ Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas anaeróbias

Observação	Causa provável	Solução
Proliferação de insetos	Crescimento de vegetais no talude interno na região do nível d'água	Cortar e remover os vegetais
	Camada de escuma e óleo sempre presente	Revolver (com rastelo ou jato d'água) a camada de material flutuante
	Circulação e manutenção fracas	Aplicar, cuidadosamente, inseticidas ou larvicidas na camada de escuma
Crescimento de vegetais	Manutenção inadequada	Remover totalmente os vegetais do talude interno, evitando a sua queda na lagoa
		Capinar o terreno; adicionar produtos químicos para o controle de ervas (talude externo)
Manchas verdes no encontro da lâmina d'água com o talude	Proliferação de algas	Remover as colônias de algas
Entupimento das tubulações de entrada	Tubulação de entrada obstruída	Limpar as tubulações com vara ou arame de aço

Fonte: von Sperling (1995)

Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas facultativas

Observação	Causa provável	Solução
Escuma e flutuantes (impedindo a passagem de luminosidade)	Superfloração de algas (nata esverdeada)	Quebrar a escuma com jatos d'água ou com rastelo
	Lançamento de material estranho (ex: lixo)	Remover a escuma com peneiras de pano
	Placas de lodo desprendidas do fundo	Desagregar ou remover placas de lodo
	Pouca circulação e atuação do vento	Remover obstáculos para a penetração do vento (caso seja possível)

continua ▶

▶ **Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas facultativas**

Observação	Causa provável	Solução
Maus odores	Sobrecarga de esgotos (causando abaixamento do pH, queda da concentração de OD, mudança na cor do efluente de verde para verde-amarelado, aparecimento de zonas cinzentas junto ao efluente)	Transformar a operação de série em paralelo
		Retirar temporariamente a lagoa problemática de operação (desde que haja pelo menos duas lagoas em paralelo)
		Recircular o efluente
		Considerar entradas múltiplas do afluente (evitar caminhos preferenciais)
		Considerar a inclusão de aeradores na lagoa (no caso de sobrecargas consistentes)
		Eventualmente, adicionar nitrato de sódio (fonte de oxigênio combinado)
	Longos períodos com tempo nublado e temperatura baixa	Diminuir a altura da lâmina d'água
		Colocar uma lagoa em paralelo em operação
		Instalar aeradores superficiais próximo à entrada
	Substâncias tóxicas advindas de descargas industriais	Identificar o composto tóxico
		Identificar e atuar junto à fonte da descarga
		Isolar a lagoa afetada
		Colocar uma segunda unidade em paralelo (se possível, com aeração)
	Curtos-circuitos hidráulicos decorrentes da má distribuição do afluente, aproveitamento excessivo das curvas de nível ou presença de vegetais aquáticos no interior da lagoa	Coletar amostras em vários pontos da lagoa (ex: OD) e verificar se há significativas diferenças entre elas
		Regularizar a distribuição do esgoto na entrada
		Remover vegetais aquáticos
	Superfloração de algas, impedindo a entrada de luz	Jatear com mangueira d'água, destruir com rastelo e remover com peneiras

continua ▶

▶ **Problemas operacionais e possíveis soluções: lagoas facultativas**

Observação	Causa provável	Solução
Elevadas concentrações de algas no efluente	Condições atmosféricas que favorecem o crescimento de certas populações de algas	Retirar o efluente, de forma submersa, após passar por defletores, que retêm as algas
		Usar múltiplas células em série, com reduzido tempo de detenção em cada célula
		Efetuar pós-tratamento do efluente para remover excesso de SS
Tendência progressiva de decréscimo de OD (OD abaixo de 3 mg/l nos meses quentes)	Baixa penetração da luz solar	Remover vegetais flutuantes
	Baixo tempo de detenção	Reduzir a carga na lagoa primária através de operação em paralelo
	Alta carga de DBO	Introduzir aeração complementar
	Despejos industriais tóxicos	Recircular o efluente final
Proliferação de insetos	Presença de vegetais nas margens dos taludes internos das lagoas	Reduzir o N.A., fazendo com que as larvas presas aos vegetais desapareçam
		Operar a lagoa com variação do N.A.
		Proteger o talude interno com placas de concreto, argamassa armada, geomembrana, etc.
		Destruir a escuma
		Aplicar, criteriosamente, produtos químicos

Fonte: adaptado de von Sperling (1995)

Vimos que para a prevenção, identificação e correção dos diversos problemas operacionais apresentados, o acesso a uma série de informações operacionais é necessário, dessa forma, o controle operacional, nosso próximo assunto, é fundamental para o bom funcionamento do sistema de tratamento.

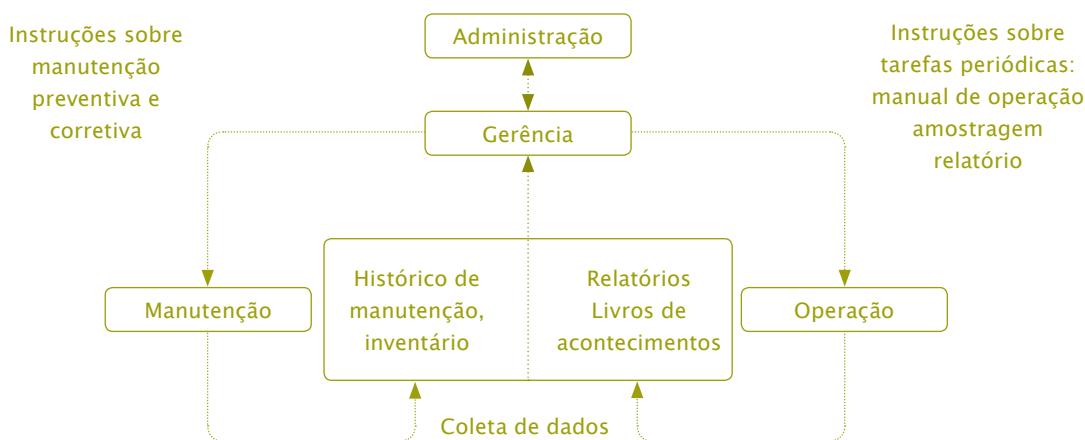
Controle operacional

Os objetivos principais de qualquer sistema de tratamento de esgotos, que são a proteção à saúde da população e a preservação do meio ambiente, só serão atingidos se o sistema

de tratamento for corretamente operado. Para tanto, o controle operacional da estação de tratamento é de fundamental importância.

As três principais atividades de controle de sistemas de tratamento são:

- *Operação:* refere-se às atividades cotidianas ou periódicas necessárias para assegurar um bom e estável desempenho do sistema de tratamento.
- *Manutenção:* refere-se às atividades para manter as estruturas na planta de tratamento em boas condições.
- *Informação:* refere à comunicação, de preferência por escrito, entre as diferentes pessoas envolvidas, criando-se, ao mesmo tempo, um arquivo da operação e manutenção do sistema de tratamento.

O gerenciamento da operação depende de um fluxo adequado de informações sobre todos os aspectos do controle operacional da ETE, o qual permite o estabelecimento de estratégias, procedimentos operacionais, ações de manutenção e, eventualmente, alterações no sistema de tratamento. Ilustramos, no esquema a seguir, uma relação entre a administração, gerência e pessoal de operação e manutenção da estação de tratamento.

Fonte: Chernicharo, van Haandel e Cavalcanti (1999)

Melhoria das condições operacionais

O controle operacional pode permitir ainda uma otimização das condições operacionais da ETE, visando à redução dos custos e ao atendimento aos padrões ambientais de lançamento.

Alguns aspectos relacionados à melhoria das condições operacionais que podem ser proporcionadas pelo controle operacional são:

- Determinação da melhor rotina de descarte e de desaguamento do lodo excedente.

- Definição das melhores práticas e rotinas de operação e limpeza das unidades de gradeamento e desarenação, buscando otimizar a eficiência dessas unidades de tratamento preliminar.
- Identificação de pontos com ocorrência de maus odores, visando possibilitar maior segurança e conforto ambiental aos operadores e às pessoas que vivem nas imediações da estação de tratamento. Nesse sentido, o acompanhamento efetivo das unidades potencialmente mais sujeitas à emanação de gases fétidos (tratamento preliminar, reatores UASB e leitos de secagem, lagoa anaeróbia) possibilitará maior conhecimento dos pontos problemáticos, facilitando o controle dos odores.

O controle operacional e a saúde e segurança dos trabalhadores

Em seu cotidiano na estação de tratamento, você já vivenciou algum tipo de acidente de trabalho? Você sabia que o controle operacional constitui-se também em um importante instrumento para a identificação de práticas e rotinas que possam promover a melhoria da saúde e da segurança dos trabalhadores?

Um bom programa de saúde e segurança dos trabalhadores deve incorporar três elementos principais:

- *Política de saúde e de segurança:* incorpora os fundamentos de todo o programa de saúde e segurança, fornecendo aos trabalhadores, com clareza, o apoio que têm das instâncias superiores.
- *Comissão de saúde e de segurança do trabalho:* deve ser composta por representantes da gerência, dos supervisores e dos trabalhadores e assumir as tarefas de: conduzir o programa de saúde e de segurança; realizar inspeções sistemáticas; sugerir e fornecer treinamento; conduzir investigações de acidentes; manter os registros das ocorrências; e elaborar um manual de saúde e de segurança.
- *Treinamento de saúde e de segurança:* os supervisores da estação de tratamento devem adquirir o completo conhecimento e entendimento das diversas formas de prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. Todos os novos empregados devem cumprir um programa de saúde e de segurança, assim como todos os empregados devem receber treinamento, sempre que um novo equipamento ou processo for adicionado à estação de tratamento.

Encerramento

Estamos encerrando as nossas atividades. É o momento de refletirmos sobre o que estamos levando da oficina de capacitação e se as nossas expectativas iniciais foram contempladas.

É também um bom momento para refletirmos sobre o nosso papel como profissionais e também como cidadãos, uma vez que a importância dos sistemas de tratamento de esgotos para o meio ambiente e para a saúde pública está mais clara. Para isso, propomos a leitura do texto a seguir.

Para ler e refletir...

Saneamento e cidadania

Os serviços de saneamento, além de constituírem ações de saúde pública e de proteção ambiental, podem ser vistos como uma meta social. São, portanto, direito do cidadão e dever do Estado. Nesse contexto, nosso papel como cidadãos e, sobretudo, como profissionais da área de saneamento é participar da definição de políticas e diretrizes das ações de saneamento, e, ao mesmo tempo, trabalhar, da melhor forma possível, para proporcionar as condições adequadas de salubridade ambiental a toda a população, especialmente àquelas menos favorecidas. Alguns desses aspectos participam dos princípios norteadores das diretrizes nacionais para o saneamento básico (Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) que, entre outros assuntos, estabelecem que a política nacional de saneamento básico deve adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações.

Chegamos ao final da oficina. Esperamos que os conteúdos trabalhados tenham contribuído para atualizar e aprimorar os seus conhecimentos sobre os sistemas simplificados de tratamento de esgotos e proporcionado um maior entendimento da sua funcionalidade sanitária e ambiental.

Antes de encerrarmos a nossa oficina, vamos retomar e debater algumas questões apresentadas no início da nossa oficina de capacitação.

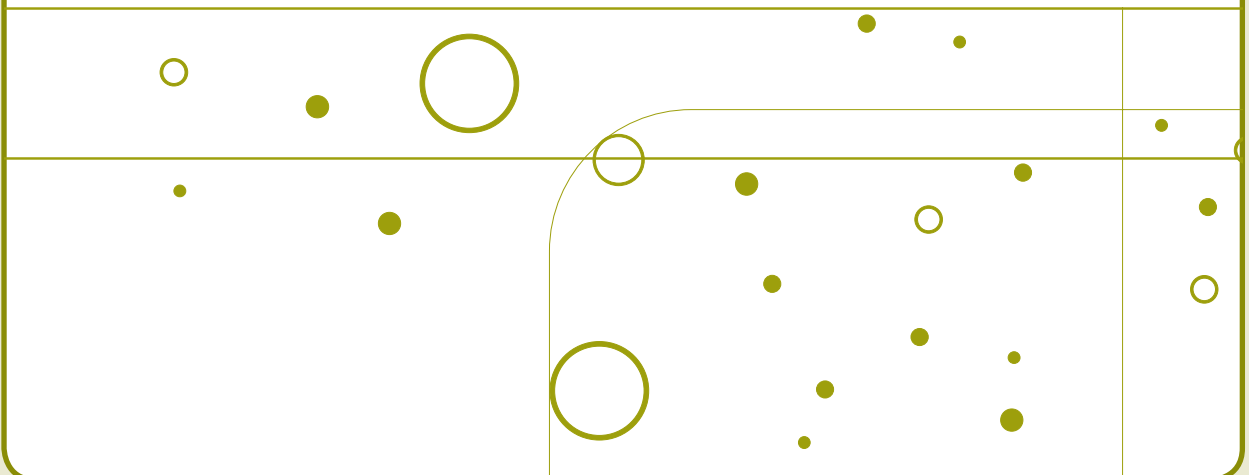
Reflita e se manifeste...

Por que o esgoto deve ser tratado? Qual é a importância do seu trabalho para a preservação dos mananciais no contexto da bacia hidrográfica? Qual é a importância do seu trabalho para a saúde das pessoas?

Glosário

Apresentamos a seguir a definição de alguns dos termos utilizados nessa oficina de capacitação.

abrasão	desgaste por fricção, raspagem.
aeradores	equipamento mecânico utilizados em estações de tratamento de esgotos para inserir ar no meio líquido.
afluente	que aflui, que corre (para algum corpo). Ex: o esgoto afluente à ETE é o esgoto que chega à estação.
aterro sanitário	equipamento de engenharia utilizado para a adequada disposição de resíduos sólidos.
autodepuração	fenômeno observado nos corpos d’água receptores que recebem o lançamento de efluentes orgânicos, relacionado à sua capacidade de restabelecimento dos níveis de concentração de OD na água observado no ponto do seu curso localizado imediatamente antes do lançamento do despejo.
batelada	eventos que ocorrem com intermitência. Ex: enquanto o descarte de lodo de reatores UASB é realizado em bateladas, o esgoto flui pelo reator continuamente.
biodegradável	suscetível à decomposição pela ação de microrganismos.
biogás	produto gasoso gerado na digestão anaeróbia de matéria orgânica, composto, em sua maior parte por metano (70%) e dióxido de carbono (30%).
by-pass	termo em inglês que significa “passar por”. Ex: nos períodos chuvosos, o esgoto não passa pela ETE, pois é necessário utilizar um by-pass que o encaminha direto para o corpo d’água.
carga hidráulica	termo que expressa o volume de líquido por unidade de tempo aplicado, por exemplo, a uma unidade da ETE.
defletor de saída	dispositivo empregado em tanques sépticos (usualmente um “tê”) para proporcionar a retenção do material flutuante que se acumula na superfície do líquido.
efluente	que eflui ou emana (de algum corpo). Ex: o esgoto efluente da ETE é o esgoto que sai da estação.
extravasamento	ato de extravasar, transbordar, derramar. Ex: em decorrência de um entupimento, o esgoto extravasou da rede coletora.
fluxo ascendente	escoamento que ascende ou se eleva. Ex: no reator UASB o fluxo do esgoto é ascendente, ou seja, de baixo para cima.

gases tóxicos	gases capazes de causar mal à saúde do homem por asfixia ou irritação. Ex: metano, dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio etc.
lodo higienizado	livre da ação de organismos patogênicos.
Material ou fração inerte	que não é facilmente modificado por ação química.
meio suporte	material de enchimento utilizado em reatores biológicos (pedras, brita, anéis plásticos etc.) para o crescimento aderido de biomassa.
microrganismos aeróbios	são aqueles que utilizam do oxigênio para realizar as suas atividades.
microrganismos anaeróbios	são aqueles que realizam as suas atividades na ausência de oxigênio.
microrganismos facultativos	são aqueles que utilizam do oxigênio (quando disponível no meio) para realizar as suas atividades, mas também as realizam na sua ausência.
pressão hidrostática	pressão exercida pela massa líquida na ausência de fluxo ou escoamento.
sinfonamento	fluxo líquido entre duas cotas (iniciando numa cota superior e terminando noutra inferior) iniciado por sucção em conduto cujo traçado tem parte situada acima do nível d’água superior.
sucção	ato ou efeito de sugar ou aspirar.
tanque de equalização	tanque de armazenamento utilizado para regularização de vazão.
tempo de detenção hidráulica	tempo de permanência do líquido num determinado recipiente ou reator.
velocidade ascensional	velocidade do fluido em escoamento ascendente.

Para saber mais...

Para obter mais informações sobre "Operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos", consulte a bibliografia listada a seguir.

BRASIL: Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17/03/2005.

BRASIL: Casa Civil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.

CASTRO A. A.; COSTA A. M. L.; CHERNICHARO C. A. L.; VON SPERLING E.; MÖLLER L. M.; HELLER L.; CASSEB M. M. S.; VON SPERLING M.; BARROS R. T. V. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, V.2, 1995, 221p.

HELLER, L. Saneamento e saúde. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 1997, 97p.

CHERNICHARO, C. A. L. Reatores anaeróbios. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007, 380p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5).

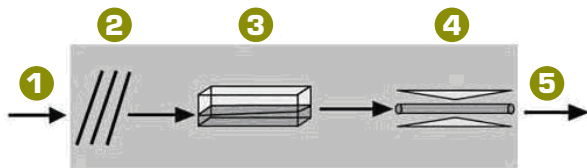
CHERNICHARO, C. A. L., VAN HAANDEL, A. C., CAVALCANTI, P. F. F. Capítulo 9: Controle operacional de reatores anaeróbios. In: Campos, J. R. (coordenador). Tratamento de esgotos domésticos e disposição controlada no solo. ABES/FINEP/PROSAB, Rio de Janeiro, 1999, 436p.

SOARES, C. A. L. Curso básico de esgotos. ABES-MG, março 1995.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005, 243p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 1).

VON SPERLING, M. Lagoas de estabilização. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1995, 196p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 3).

Roteiro de procedimentos

Exemplo de rotina de monitoramento do tratamento preliminar

Parâmetro	Unidade	Pontos e freqüência de monitoramento				
		1	2	3	4	5
Vazão	(L/S)	–	–	–	diária	–
Volume de sólidos	(L/d)	–	diária	–	–	–
Volume de areia	(L/d)	–	–	diária	–	–
Temperatura	°C	–	–	–	–	diária
pH	–	–	–	–	–	diária
Sólidos sedimentáveis	(mL/L)	diária	–	–	–	diária

Fonte: Chernicharo (2007)

Protocolo operacional de limpeza das grades

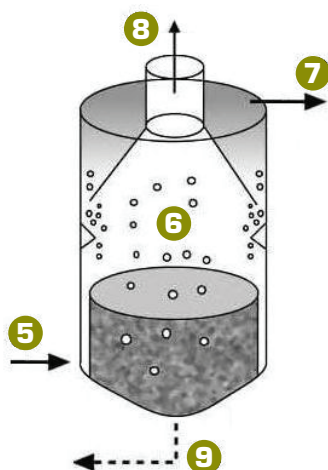
Grade de limpeza ____________________

- ....
- ....
- ....
- ....

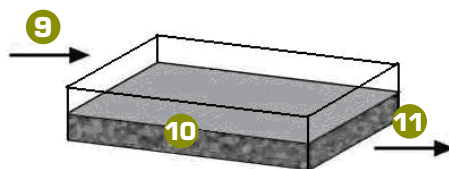
Protocolo operacional de limpeza dos desarenadores

Desarenador de limpeza ____________________

- ....
- ....
- ....
- ....

Monitoramento do tratamento biológico

Parâmetro	Unidade	Pontos e freqüência de monitoramento				
		5	6	7	8	9
Eficiência de tratamento						
Sólidos sedimentáveis	mL/L	diária	–	diária	–	–
Sólidos suspensos totais	mg/L	semanal	–	semanal	–	–
DQO total	mg/L	semanal	–	semanal	–	–
DBO total	mg/L	quinzenal	–	quinzenal	–	–
Produção de biogás	m3/d	–	–	–	diária	–
Escherichia coli	N/100mL	quinzenal	–	quinzenal	–	–
Ovos de helmintos	N/L	quinzenal	–	quinzenal	–	–
Estabilidade operacional						
Temperatura	°C	diária	diária	–	–	–
pH	–	diária	diária	–	–	–
Alcalinidade	mg/L	semanal	–	semanal	–	–
Ácidos orgânicos voláteis	mg/L	semanal	–	semanal	–	–
Composição do biogás	% CO2	–	–	–	mensal	–
Quantidade e qualidade do lodo						
Sólidos totais	mg/L	–	–	–	–	semanal
Sólidos totais voláteis	mg/L	–	–	–	–	semanal
Atividade metanogênica específica	gDQO/gSV.d	–	–	–	–	mensal
Estabilidade do lodo	gDQO/gSV.d	–	–		–	mensal
Índice volumétrico de lodo (diluído)	mL/g	–	–	–	–	mensal

Fonte: Chernicharo (2007)

Exemplo de rotina de monitoramento dos leitos de secagem

Parâmetro	Unidade	Pontos e freqüência de monitoramento		
		9	10	11
Lodo de excesso aplicado				
Volume de lodo descartado	m^3	na descarga	–	–
Concentração inicial do lodo	gSV/L	na descarga	–	–
Composição inicial do lodo	%SV	na descarga	–	–
Carga aplicada	$kgST/m^2$	–	na descarga	–
Coliformes termotolerantes	N/gST	na descarga	–	–
Ovos de helmintos	N/gST	na descarga	–	–
Lodo no leito e geração de percolado				
Altura da lâmina de lodo	cm	–	na descarga	–
Tempo de percolação	d	–	–	diária (2)
Volume percolado	m^3	–	–	diária
Tempo de evaporação	d	–	–	diária
Porcentagem de sólidos	%	–	2 x semana	–
Composição do lodo	%SV	–	2 x semana	–
DQO total	mg/L	–	–	2 x semana
Nitrogênio (NTK)	% dos ST	–	(3)	–
Nitrogênio amoniacal	% dos ST	–	(3)	–
Fósforo total	% dos ST	–	(3)	–
Ortofosfato	% P_{tot}	–	(3)	–
Coliformes termotolerantes	N/gST	–	(3)	–
Ovos de helmintos	N/gST	–	(3)	–

Fonte: Chernicharo (2007)

Notas:

1) A freqüência de monitoramento refere-se apenas ao período compreendido entre o descarte do lodo do reator e o término do período de secagem (retirada do lodo seco)
2) Verificação diária se ainda há percolação de água
3) Os parâmetros nitrogênio, fósforo e patógenos devem ser analisados após o término do período de secagem (no lodo seco)